



UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA

MAESTRIA EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

MANEJO QUÍMICO Y ORGÁNICO-BIOLÓGICO EN EL CONTROL DE
ENFERMEDADES EN JITOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) A
CAMPO ABIERTO EN ATLATLAHUCAN, MOR.

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

PRESENTA

EVERARDO VARGAS ESPINOZA



SECRETARÍA GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, JULIO DE 2013

“MANEJO QUÍMICO Y ORGÁNICO-BIOLÓGICO EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN JITOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) A CAMPO ABIERTO EN ATLATLAHUCAN, MOR. Tesis realizada por **EVERARDO VARGAS ESPINOZA** bajo la dirección del **Dr. MARCELO ACOSTA RAMOS** y aprobada por el Comité Asesor indicado y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



Dr. Marcelo Acosta Ramos

ASESOR:



Dr. Juan Fernando Solís Aguilar

ASESOR:



Dr. Samuel Ramírez Alarcón

DEDICATORIA

A mis adorables padres “Guillermo y Ernestina”, quienes con su amor, confianza y consejos, siguen sembrando en mí una sencillez y un respeto incomparable, que me permite dar y recibir buenas intenciones de las personas que me rodean. Los llevo en el alma.

*A mis queridos **hermanos**, por compartir a mi lado cada instante de mi vida, recordando momentos de alegría, paz, tristezas y enojos; pero que de una u otra manera se quedan grabados como gratos recuerdos. Los extraño.*

*A mi nueva familia, mi esposa **Marina** y mi hermosa hijita **Sofía** que está por nacer; quienes han logrado darle a mi vida un nuevo sentido para bien lleno de alegría, amor y sobre todo de responsabilidad. Las amo.*

Para todos mis amigos y compañeros de maestría, de quienes aprendí y sigo aprendiendo cosas nuevas que me permiten mejorar mi desempeño laboral y personal. Los voy a querer y extrañar por siempre.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a sembrar en mí una sonrisa y gesto de amistad y confianza.

Sinceramente.....Everardo Vargas Espinoza.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por la vida y por cuidar a los que amo mientras estuve fuera de casa.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**) por la beca otorgada para la realización de mis estudios de Maestría.

A la **Universidad Autónoma Chapingo** a través de la **Dirección General de Investigación y Posgrado**, por los recursos otorgados para llevar a cabo este proyecto de vinculación y transferencia de tecnología.

Al programa de **Maestría en Protección Vegetal** de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) por complementar mi formación de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia a Maestro en Ciencias en Protección Vegetal.

Un agradecimiento especial y principalmente al **Dr. Marcelo Acosta Ramos** por su apoyo, paciencia y su valiosa dirección en la elaboración de este trabajo de investigación.

A los profesores del programa de Protección Vegetal por sus valiosos conocimientos transmitidos en el momento necesario, de igual manera a mis asesores: al **Dr. Juan F. Solís Aguilar** y al **Dr. Samuel Ramírez Alarcón**, para la revisión de esta tesis. GRACIAS.

En especial, al **Sr. Joel Carmona** por el apoyo del terreno, insumos, material vegetal y mano de obra brindados para la realización del presente trabajo de investigación.

Con respeto y admiración.....Everardo Vargas E.

BIOGRAFÍA

Everardo Vargas Espinoza nació el 11 de noviembre de 1984 en el municipio de Teojomulco, Oaxaca; cursando los estudios de Preparatoria en el Plantel 07 del mismo municipio de 1999 al 2002.

Ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo en 2003 para cursar el año propedéutico y posteriormente la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia de 2004 al 2008. Finalizó sus estudios de licenciatura titulándose con el trabajo de tesis denominado “Rendimiento y calidad de semilla en cruza simples de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para Valles Altos, bajo dos densidades de población en Tlaxcala”.

En enero de 2011 ingresó al posgrado en el Programa de Maestría en Protección Vegetal, en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, con el apoyo de la beca otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), egresando en diciembre de 2012, con el trabajo de investigación “Manejo químico y orgánico-biológico en el control de enfermedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos”.

A partir de Enero de 2013 formó parte del personal docente de la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, en Tecamachalco, Puebla; en donde continúa laborando hasta la fecha.

ÍNDICE GENERAL

	PAG.
ÍNDICE DE CUADROS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
ANEXOS	II
RESUMEN-ABSTRACT.....	V
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	4
1.2 HIPÓTESIS	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Importancia del cultivo de jitomate en México.....	5
2.2 Situación de la producción de jitomate en el Estado de Morelos	5
2.3 Tipos de plaguicidas utilizados en el manejo fitosanitario	7
2.3.1 Plaguicidas de patente.....	7
2.3.2 Plaguicidas genéricos	7
2.3.3 Plaguicidas de origen orgánico-biológico.....	8
2.4 Principales enfermedades fungosas del cultivo de jitomate	9
2.4.1 Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i> Ell. y Mart)	9
2.4.1.1 Clasificación taxonómica	9
2.4.1.2 Distribución e importancia económica	9
2.4.1.3 Síntomas y daños	10
2.4.1.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	10
2.4.1.5 Manejo integrado	11
2.4.2 Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i> Mont.) De Bary	12
2.4.2.1 Clasificación taxonómica	12
2.4.2.2 Distribución e importancia económica	12
2.4.2.3. Síntomas y daños	13
2.4.2.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	13
2.4.2.5 Manejo integrado	14
2.4.3 Cenicilla, <i>Leveillula taurica</i> Lev. (<i>Oidiopsis taurica</i>)	15
2.4.3.1 Clasificación taxonómica	15
2.4.3.2 Distribución e importancia económica	15

2.4.3.3 Síntomas y daños	16
2.4.3.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	16
2.4.3.5 Manejo integrado	18
2.4.4 Marchitez y pudrición de corona y raíz (<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> , <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> Sacc)	19
2.4.4.1 Clasificación taxonómica	19
2.4.4.2 Distribución e importancia económica	19
2.4.4.3 Síntomas y daños	20
2.4.4.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	21
2.4.4.5 Manejo integrado	22
2.4.5 Pudrición o moho gris [<i>Botryotinia fuckeliana</i> de Bary (<i>Botrytis cinerea</i> Pers.)]	23
2.4.5.1 Clasificación taxonómica	23
2.4.5.2 Distribución e importancia económica	23
2.4.5.3 Síntomas y daños	24
2.4.5.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	24
2.4.5.5 Manejo integrado	25
2.4.6 Tizón sureño (<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.).....	26
2.4.6.1 Clasificación taxonómica	26
2.4.6.2 Distribución e importancia económica	26
2.4.6.3 Síntomas y daños	27
2.4.6.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	27
2.4.6.5 Manejo integrado	28
2.4.7 Pudrición del cuello y raíz, ahogamiento; <i>Thanatephorus cucumeris</i> Frank (<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn).....	30
2.4.7.1 Clasificación taxonómica	30
2.4.7.2 Distribución e importancia económica	30
2.4.7.3 Síntomas y daños	31
2.4.7.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	31
2.4.7.5 Manejo integrado	32
2.5 Principales enfermedades bacterianas del cultivo de jitomate	33
2.5.1 Cancrosis, marchitez u ojo de pájaro (<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> Smith).....	33
2.5.1.1 Clasificación taxonómica	33
2.5.1.2 Distribución e importancia económica	34
2.5.1.3 Síntomas y daños	34
2.5.1.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	35
2.5.1.5 Manejo integrado	36

2.5.2 Roña, sarna o mancha bacteriana (<i>Xanthomonas vesicatoria</i> Doidge) .	36
2.5.2.1 Clasificación taxonómica	36
2.5.2.2 Distribución e importancia económica	37
2.5.2.3 Síntomas y daños	37
2.5.2.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	38
2.5.2.5 Manejo integrado	39
2.5.3 Peca bacteriana (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> Okabe)	40
2.5.3.1 Clasificación taxonómica	40
2.5.3.2 Distribución e importancia económica	40
2.5.3.3 Síntomas y daños	41
2.5.3.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	41
2.5.3.5 Manejo integrado	42
2.5.4 Pudrición de médula o médula negra (<i>Pseudomonas corrugata</i> ex Scarlett)	43
2.5.4.1 Clasificación taxonómica	43
2.5.4.2 Distribución e importancia económica	43
2.5.4.3 Síntomas y daños	43
2.5.4.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	44
2.5.4.5 Manejo integrado	45
2.5.5 Marchitez de las solanáceas (<i>Ralstonia solanacearum</i> Raza 1 Smith)..	45
2.5.5.1 Clasificación taxonómica	45
2.5.5.2 Distribución e importancia económica	45
2.5.5.3 Síntomas y daños	46
2.5.5.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	46
2.5.5.5 Manejo integrado	47
2.6 Enfermedades causadas por nematodos en el cultivo de jitomate	48
2.6.1 Nemátodo agallador (<i>Meloidogyne</i> spp. Goeldi)	48
2.6.1.1 Clasificación taxonómica	48
2.6.1.2 Distribución e importancia económica	49
2.6.1.3 Síntomas y daños	49
2.6.1.4 Ciclo biológico y epidemiología.....	50
2.6.1.5 Manejo integrado	51
2.7 Enfermedades virales en el cultivo de jitomate	52
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
3.1 Localización del experimento	53

3.2 Material vegetal y Manejo agronómico.....	53
3.3 Tratamientos	54
3.3.1 Manejo con plaguicidas patentados.....	54
3.3.2 Manejo con plaguicidas genéricos.....	56
3.3.3 Manejo con plaguicidas orgánico-biológicos.....	57
3.3.4 Manejo convencional	58
3.3.5 Testigo absoluto.....	58
3.4 Unidad y diseño experimental	60
3.5 Variables evaluadas.....	60
3.6. Evaluación de las variables en los tratamientos.....	61
3.7 Análisis estadístico.....	62
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
4.1 Análisis de varianza para enfermedades fungosas.....	63
4.2 Comparación de medias para enfermedades fungosas.....	65
4.2.1 Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	65
4.2.2 Tizón sureño (<i>S. rolfii</i>)	68
4.3 Análisis de varianza para enfermedades bacterianas.....	70
4.4 Comparación de medias para enfermedades bacterianas.....	71
4.4.1 Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas vesicatoria</i>).....	71
4.4.2 Cáncer bacteriano (<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>)..	74
4.5 Eficacia de los diferentes paquetes de manejo en el rendimiento final de jitomate, en base al análisis de varianza y prueba de comparación de medias.	76
V. CONCLUSIONES	79
VI. BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXO	88

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamiento con fungicidas y bactericidas patentados para el manejo de enfermedades presentes en el cultivo de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.	55
Cuadro 2. Tratamiento con fungicidas y bactericidas genéricos para el manejo de enfermedades presentes en el cultivo de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.	56
Cuadro 3. Tratamiento con fungicidas y bactericidas de origen orgánico-biológico, para el manejo de enfermedades presentes en el cultivo de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.	57
Cuadro 4. Tratamiento convencional realizado por el productor, para el manejo de enfermedades presentes en el cultivo de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.	59
Cuadro 5. Diseño y arreglo de los tratamientos utilizados en el experimento de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.	60
Cuadro 6. Cronograma de evaluaciones realizadas de la incidencia y severidad de enfermedades, en el experimento de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.	62
Cuadro 7. Comparación de medias en seis fechas de evaluación para las variables severidad e incidencia del tizón temprano (<i>A. solani</i>) en jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.	67
Cuadro 8. Comparación de medias en tres fechas de evaluación para las variables severidad e incidencia del tizón sureño (<i>S. rolfsii</i>) en jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.	69
Cuadro 9. Comparación de medias en cinco fechas de evaluación para la severidad e incidencia de la mancha bacteriana (<i>X. vesicatoria</i>) en jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.	72

Cuadro 10. Comparación de medias para rendimiento final de jitomate var. Pony Express en condiciones de campo abierto bajo diferentes paquetes de manejo en Atlatlahucan, Morelos.	77
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Severidad del tizón temprano (<i>A. solani</i>) durante seis fechas de evaluación en jitomate var. Pony Express a campo abierto, después de ocho aplicaciones y nueve por parte del productor en Atlatlahucan, Morelos.	68
Figura 2. Severidad de la marchitez sureña (<i>S. rolfsii</i>) en un total de tres fechas de evaluación realizadas en jitomate var. Pony Express a campo abierto, después de cinco aplicaciones y tres por parte del productor, en Atlatlahucan, Morelos.	70
Figura 3. Severidad de la mancha bacteriana (<i>X. vesicatoria</i>) durante cinco fechas de evaluación en jitomate var. Pony Express a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.	73
Figura 4. Severidad del cáncer bacteriano (<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>) durante tres fechas de evaluación en jitomate var. Pony Express a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.	76
Figura 5. Comparación de medias del rendimiento de jitomate var. Pony Express en condiciones de campo abierto bajo diferentes paquetes de manejo fitosanitario.	77

ANEXOS

Cuadro 1A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para “Damping off” (<i>Pythium</i> sp., <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phytophthora</i> sp.) en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.	88
--	----

Cuadro 2A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para tizón tardío (<i>P. infestans</i>) en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.....	88
Cuadro 3A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para tizón temprano (<i>A. solani</i>) en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.....	89
Cuadro 4A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para tizón sureño (<i>S. rolfsii</i>) en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.....	89
Cuadro 5A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para la mancha bacteriana (<i>X. vesicatoria</i>) en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.....	90
Cuadro 6A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para <i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.....	90
Cuadro 7A. Comparación de medias en tres fechas de evaluación para las variables de severidad e incidencia del cáncer bacteriano (<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>) en jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.....	91
Cuadro 8A. Cuadrados medios y nivel de significancia para rendimiento en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.	91
Cuadro 9A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección de tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) en el cultivo de jitomate en Atlatlahucan, Morelos. Adaptado de Mendoza y Ponce, 1998.	92
Cuadro 10A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección por tizón sureño (<i>S. rolfsii</i>) en el cultivo de jitomate. Tomada de Sandoval, 1986.	92
Cuadro 11A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección del tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) Mont de Bary) en el cultivo de jitomate. Tomada de Sandoval, 1986.	92

Cuadro 12A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección del complejo “damping off” (<i>R. solani</i> , <i>Phytophthora</i> sp., <i>Pythium</i> sp., <i>F. oxysporum</i>) en el cultivo de jitomate en la localidad de Santa Inés, Atlatlahucan, Mor. Tomada de Ruiz-Tapia, 1999.	93
Cuadro 13A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección de la macha bacteriana (<i>X. vesicatoria</i>) y peca bacteriana (<i>P. syringae</i>) en el cultivo de jitomate, en Cuautla, Morelos.	93
Cuadro 14A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección del cáncer bacteriano (<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>) en el cultivo de jitomate, en Cuautla, Morelos. Tomado de Winstead y Kelman (1952).	93

“MANEJO QUÍMICO Y ORGÁNICO-BIOLÓGICO EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN JITOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) A CAMPO ABIERTO EN ATLATLAHUCAN, MOR.”

“CHEMICAL AND ORGANIC-BIOLOGIC MANAGEMENT IN THE CONTROL OF DISEASES IN TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) UNDER OPEN FIELD CONDITIONS IN ATLATLAHUCAN, MOR.”

E. Vargas-Espinoza¹; M. Acosta-Ramos²

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo de jitomate bajo cuatro paquetes de manejo fitosanitario y un testigo absoluto; determinar y poder comparar la eficacia de cada uno de ellos en el manejo temporal de las enfermedades; así como evaluar y comparar el rendimiento en cada uno de los cinco tratamientos fitosanitarios evaluados; se estableció en condiciones de temporal durante los meses de julio a octubre de 2011, un experimento bajo el diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las enfermedades presentes durante el ciclo de producción fueron: ahogamiento y pudrición del cuello, tizón tardío, tizón temprano, marchitez sureña, mancha bacteriana y cáncer bacteriano; encontrándose diferencias significativas en incidencia y severidad para las últimas cuatro enfermedades, en las diferentes fechas de evaluación (FE) realizadas. Las diferencias estadísticas encontradas para tizón temprano, mostraron que en tres FE (34, 41 y 82 días después del trasplante (ddt)), mediante el manejo con fungicidas patentados y genéricos su tuvo una menor severidad e incidencia (<1.7 % y <10 %), en relación al testigo, en el cual la incidencia y severidad se incrementó en 40 % y 6 %, respectivamente. Para la marchitez sureña, se observó que en las tres FE realizadas, con los productos patentados, genéricos y orgánico-biológico (O-B) se tuvo una menor severidad (<6 %) en relación a la severidad final del testigo a los 55 ddt (25.8 %). En cuanto a la mancha bacteriana, a los 41 ddt se observó que el manejo O-B mostró una menor incidencia y severidad (16.6 % y 3.3 %, respectivamente), en relación al testigo con una incidencia y severidad del 50 % y 10 %, respectivamente. Para el cáncer bacteriano a los 82 ddt, el manejo con productos patentados y genéricos, originaron una incidencia, aunque menor pero no favorable, del 86.6 %, con respecto al resto de los tratamientos; mientras que el tratamiento con productos patentados a los 68 ddt, logró una menor severidad (13.3 %), superando al testigo (20 %). Estadísticamente, no se encontraron diferencias en rendimiento entre los cuatro paquetes de manejo, superando todos (>6.3 kg/planta) al testigo (4.8 kg/planta).

Palabras clave adicionales:

enfermedades, plaguicidas, efectividad, rendimiento final.

ABSTRACT

In order to assess the incidence and severity of some diseases in tomato, this crop was evaluated under an absolute control and four phytosanitary management packages; as well, the efficacy of each phytosanitary treatment in the temporal management of the diseases was determined and compared; likewise, the final yield in each one of the five treatments was estimated and compared; during July to October 2011, an experiment under a randomized complete blocks design with three repetitions was established under open field conditions. The diseases presented during the agricultural cycle were: damping off, late blight, early blight, southern wilt, bacterial spot and bacterial cancer; significant differences were found on the incidence and severity of the last four diseases during different dates of evaluation (DE). For early blight, the statistical differences found, showed that on three DE (34, 41 and 82 days after transplant (dat)), due to the management with patented and generic fungicides, a lower severity and incidence (< 1.7 % and < 10 %) was gotten, in relation to the control, in which the incidence and severity was increased by 40 % and 6 %, respectively. For southern wilt, in the three DE and with the use of patented products, generics and organic-biological (O-B), less severity was obtained (<6%) compared to the control final severity at 55 dat (25.8%). About bacterial spot, at 41 dat it was observed that the treatment O-B showed a lower incidence and severity (16.6 % and 3.3 %, respectively), compared to the control that had an incidence and severity of 50 % and 10 %, respectively. For bacterial cancer at 82 dat, the treatment with patented and generic products, originated an incidence, although smaller but unfavorable, of 86.6 %, compared to the rest of the treatments; while the treatment with patented products at 68 dat, resulted in less severity (13.3 %), outperforming the control treatment (20%). Statistically, no differences were found in the final yield between the four phytosanitary management packages, that were higher (>6.3 kg/plant) than the control (4.8 kg/plant).

Additional key words:

diseases, pesticides, effectiveness, final yield.

¹Tesista, ²Director de Tesis

I. INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es una de las hortalizas más importantes para México, ya que representa para el país el 22 % de las exportaciones agrícolas, ubicándolo como el tercer país exportador en el mundo y el noveno como productor; al cultivarse anualmente alrededor de 76, 235 has, con una producción promedio de 2.27 millones de toneladas (SIAP-SAGARPA, 2011), y con un rendimiento promedio de 28.7 toneladas por hectárea (Velasco y Nieto, 2005).

Los principales estados productores en el país son: Sinaloa, Baja California Norte, San Luis Potosí, Michoacán, Morelos, Sonora, Jalisco, Nayarit y Edomex (Hernández *et al.*, 2003).

Al igual que otras hortalizas, el jitomate como se ha mencionado con anterioridad, es afectado por diversos patógenos a lo largo de su ciclo de desarrollo, dependiendo en gran medida de las condiciones ambientales; y que demeritan el volumen de producción, así como la calidad, si no se emplean tácticas de manejo fitosanitario eficientes y oportunas (Ramírez, 2006).

La protección vegetal es tan antigua como la agricultura, ya que, el ser humano al estar expuesto a los daños por condiciones bióticas y abióticas del entorno al igual que sus fuentes de alimento no podía permitir pérdidas en la producción por más rústica y empírica que ésta fuera. Por tanto, con el paso de los años y basándose en la observación, experimentación y la experiencia propia fue desarrollando instrumentos, técnicas y tácticas de prevención y/o control, mismas que le permitieran lograr la obtención de una producción agropecuaria que sustentara sus necesidades básicas de comida y vestido, principalmente (Serra, 2006).

Fue así como, con el paso del tiempo y gracias a la investigación en el aspecto de la sanidad vegetal, se desarrollaron moléculas químicas, así como técnicas de

aplicación que están disponibles para que el productor realice la prevención, protección y control en sus cultivos por los daños ocasionados por plagas insectiles, malezas y enfermedades, además de las causadas por factores abióticos. Sin embargo, el productor al gozar y disponer de muchas alternativas de control (químicas, biológicas, orgánicas, culturales, etc), es necesario capacitarlo día con día sobre los posibles riesgos que ocasiona su uso, y específicamente, la aplicación de plaguicidas químicos, tanto para el aplicador como para el medio ambiente, así como por la capacidad de generación de resistencia por parte de las plagas; y en particular si hablamos de México como país en desarrollo.

Debido a estos y muchos otros intereses, surge y se da a conocer en la protección vegetal el concepto de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), el cual se puede definir como *“Un sistema integrado y coordinado que permite la toma de decisiones sobre las diferentes tácticas de control más apropiadas a emplear, minimizando el control químico, y que, en armonía con el ambiente y el aplicador permite la obtención de la producción, generando un impacto positivo en la economía del productor”* (Norris et al., 2003).

En el caso del cultivo de jitomate, al ser una de las hortalizas de mayor demanda en la dieta alimenticia; es mucha la investigación que existe en lo que respecta a la cuestión sanitaria, encajando muy bien en la estrategia del MIP, al tener opciones desde plaguicidas de contacto, sistémicos, mesosistémicos, extractos orgánicos, inoculantes biológicos, aceites parafinicos, trampas, uso de feromonas, entre otras, y que, provoca que el productor haga uso de ellos de manera indiscriminada y en la mayoría de las veces sin capacitación técnica alguna, y que trae consigo riesgos ambientales, para el consumidor, aplicador y en la generación de resistencia de las plagas, sobre todo, al emplear moléculas químicas (Serra, 2006).

Sin embargo, para las enfermedades del cultivo de jitomate, existen investigaciones promisorias acerca de hongos y bacterias antagonicas, así como

extractos orgánicos que permiten disminuir el riesgo nocivo al ambiente y al ser humano, así como a la fauna benéfica, además de evitar la generación de resistencia en los patógenos que más afectan al cultivo de jitomate tanto en campo abierto como en condiciones controladas (Ramírez, 2006).

Entre las diferentes opciones de manejo fitosanitario que se emplean para este cultivo, es mediante plaguicidas considerados caros, como los patentados o “de marca” y los de origen orgánico-biológico; además de otros considerados baratos como los genéricos (CLLA, 2006); siendo en la mayoría de las veces usados en mezcla, como lo es el caso de los de patente y genéricos; o en rotación a lo largo de un mismo ciclo de cultivo, muchas de las veces sin considerar si son efectivos en cuanto al control que puedan producir, ya sea en mezcla o por separado, y su repercusión en el rendimiento final y generación de utilidades; además de su viabilidad económicamente dependiendo de las marcas comerciales o de la zona productora donde se compran.

Por tal motivo, debido a lo que se piensa con respecto al costo de estos plaguicidas y considerando también el efecto de control que pueden o no ejercer contra un patógeno en específico, así como los beneficios al medio ambiente y a la salud exigidos por el mercado actual; y sobre todo que repercutan positivamente en la economía del productor; en el presente trabajo de investigación se pretende corroborar el efecto de cuatro diferentes paquetes de manejo fitosanitario en el cultivo de jitomate a campo abierto y un testigo, y así de esta manera poder determinar la efectividad en el control bajo un manejo adecuado y eficiente; por lo cual se plantean los siguientes:

1.1 OBJETIVOS

- Evaluar la incidencia y severidad de enfermedades bacterianas y fungosas en jitomate a campo abierto en condiciones de temporal, bajo cuatro diferentes paquetes de manejo fitosanitario.
- Determinar y comparar la eficacia de paquetes de manejo con productos de patente, productos genéricos, orgánico-biológicos, contra el manejo del productor y un testigo absoluto en el control de enfermedades y en la producción y rendimiento de jitomate.
- Evaluar y comparar el rendimiento final en el cultivo de jitomate a campo abierto manejado en cada uno de los cinco tratamientos fitosanitarios establecidos.

1.2 HIPÓTESIS

- Se tendrá la presencia de al menos una enfermedad fungosa o bacteriana a lo largo del ciclo del cultivo, debido al clima presente en el lugar y por el ciclo agrícola en el cual se estableció el cultivo.
- El tratamiento con productos de patente, así como el manejo realizado por el productor, evidenciará un mejor control sobre las enfermedades, teniendo efecto positivo en el rendimiento de jitomate.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del cultivo de jitomate en México

El jitomate, al tener muy buena aceptación en la dieta alimenticia de diversas culturas del mundo, en México, es la segunda hortaliza más importante por la superficie sembrada que ocupa; la más importante por su volumen en el mercado nacional, y la primera en cuanto a su valor de producción (Velasco y Nieto, 2005); además de ser un importante generador de divisas y de empleo en el campo, ya que, se estima que para la producción de más de 76 mil hectáreas anuales, se emplean en el campo alrededor de 172 mil trabajadores (Carrillo, 2004).

Esto ha colocado a México como el tercer exportador en el mundo, con volúmenes cercanos a las 600 mil toneladas anuales (SAGARPA, 2005), exportando la mayor parte a Estados Unidos, y como uno de los diez primeros productores en el mismo rubro con un volumen de producción promedio de 2.27 millones de toneladas al año, siendo el estado de Sinaloa el que concentra cerca del 40 % del total de la producción (SIAP-SAGARPA, 2011); tanto para abastecer el mercado nacional como el de exportación.

La producción de jitomate en México, en los últimos diez años fue de 19 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 25 t ha^{-1} en una superficie sembrada cercana a las 80 mil hectáreas (SAGARPA, 2005).

Para el 2008 se sembraron casi 7 mil hectáreas, en las cuales se tuvo una producción de alrededor de 47 mil toneladas, sobresaliendo los estados de Sinaloa, San Luis Potosí, Baja California y Michoacán (SAGARPA, 2009).

2.2 Situación de la producción de jitomate en el Estado de Morelos

En la entidad se siembran anualmente, tanto a campo abierto como en condiciones protegidas, alrededor de 2, 491 hectáreas, que arrojan una producción

aproximada de 70, 337 toneladas al año, distribuidas principalmente en los municipios de Atlatlahucan, Yecapixtla, Totolapan y Cuernavaca (SEDAGRO, 2006). El municipio de Atlatlahucan es el principal productor con un volumen anual de 27, 621 toneladas, sembradas en aproximadamente 1, 502 has en condiciones de temporal en el ciclo productivo Primavera-Verano (SAGARPA-SEDAGRO, 2009).

La cosecha en los sistemas de producción a cielo abierto inicia en el mes de agosto, concentrándose en los meses de septiembre a octubre, principalmente, cosechando todavía hasta mediados de noviembre. Se tienen rendimientos promedios de $16 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ y se obtiene un precio medio rural que oscila alrededor de \$ 6, 000 pesos por tonelada; y con un costo de producción aproximado de \$ 42, 500 pesos por hectárea (SAGARPA-SEDAGRO, 2009).

Sin embargo, al igual que muchas otras hortalizas producidas a cielo abierto, uno de los principales problemas que enfrenta la producción de jitomate en el país, y por consiguiente en esta entidad, es el excesivo uso de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades; al ser éstas uno de los principales problemas fitosanitarios que impactan en el cultivo del jitomate, lo que provoca el incremento en los costos de producción por el uso irracional de plaguicidas para su control (Hernández *et al.*, 2003).

La mayoría de los productores de jitomate de la región disponen de casas comerciales distribuidas en las centrales de abastos regionales o municipales para comprar los plaguicidas que emplean ciclo tras ciclo agrícola. Algunos de ellos cuentan con asesoría técnica capacitada por parte de la misma empresa de agroquímicos o técnicos de campo, mientras que la mayoría de ellos lleva a cabo la producción con base a años de experiencia en el manejo de este cultivo, algunas veces desde siembra y producción del almácigo hasta la etapa de comercialización (información personal del productor Sr. Joel Carmona).

2.3 Tipos de plaguicidas utilizados en el manejo fitosanitario

2.3.1 Plaguicidas de patente

Los plaguicidas de patente o de marca, generalmente son los que hacen el “debut” de un nuevo ingrediente activo (químico y/o biológico). Su explotación comercial o derecho de patente, abarca 20 años desde una vez que inicia la investigación de la sustancia; es decir, que a partir de que sale al mercado se pierde la patente después de 5 o 10 años (ITESO, 2006).

Estos plaguicidas son fabricados por empresas extranjeras generalmente, aunque también los hay de empresas nacionales. Su precio de venta es alto, debido a los costos de producción generados durante el tiempo de fabricación e investigación, estudios de efectividad biológica, entre otros factores; durante por lo menos 5 o más años antes de sacarlo al mercado. Por tal razón, estos plaguicidas responden a un nivel de calidad en la industria de los agroquímicos, al ser probados durante años para combatir un determinado y específico problema fitosanitario (CLLA, 2006).

2.3.2 Plaguicidas genéricos

Los plaguicidas considerados como genéricos ya sea de tipo químico o biológico, son elaborados a partir de sustancias o moléculas obtenidas anteriormente por empresas después de muchos años de investigación y de asignación de recursos y que, después de haber sido usufructuadas por largo tiempo por dichas empresas, pierden sus derechos de patente que otorga la propiedad industrial (ITESO, 2006).

Estos agroquímicos son generalmente producidos por empresas nacionales, aunque también por extranjeras en menor porcentaje. La principal ventaja que tienen para los consumidores es su costo relativamente barato. Poseen en su

composición el mismo ingrediente activo (mancozeb, abamectina, glifosato, etc), la misma formulación o consistencia física (wp, ec, sc, sl, etc); así como la misma concentración, y bioequivalencia química que las de patente (CLLA, 2006).

Por estas características, se considera que producen el mismo efecto sobre las plagas; sin embargo, pueden ocasionar efectos secundarios al cultivo, humano y medio ambiente, por ingredientes inertes o impurezas contenidos en la formulación comercial (CLLA, 2006); además de la generación de resistencia en las enfermedades o cierta disminución en el nivel de efectividad debido al uso excesivo de las moléculas y aumento en las dosis de aplicaciones (Martínez y Gómez, 2007). En la mayoría de los casos estos productos no tienen estudios o certificación de bioequivalencia (ITESO, 2006).

2.3.3 Plaguicidas de origen orgánico-biológico

Por otra parte, los plaguicidas considerados de tipo orgánico-biológico, son productos de origen natural como organismos vivos, extractos vegetales, sales, entre otros; y que actúan a través de antibiosis, al inhibir el crecimiento o reproducción del patógeno, por parasitismo o por competencia por espacio y nutrientes con el patógeno (Baker y Cook, 1974); pero que para obtener los mejores resultados, es de suma importancia en la mayoría de los casos, determinar adecuadamente la dosis, época y el método de aplicación (Guerrero, 2009).

Son plaguicidas que ocasionan poco o ningún efecto nocivo al ambiente, al ser humano y al cultivo, siempre y cuando se respeten la dosis y recomendaciones generales de uso y seguridad. Son altamente selectivos, al estar formulados para actuar contra un organismo o agente específico; y poseen con frecuencia un control permanente (Baker y Cook, 1974).

Por otra parte, se ha determinado que con el uso de estos productos no se crea resistencia de las plagas y enfermedades. La relación beneficio/costo es considerada como favorable, en un sistema de producción con enfoque orgánico y además, tienen la principal ventaja que pueden ser utilizados eficazmente dentro de un sistema de manejo integrado de plagas (Martínez y Gómez, 2007).

2.4 Principales enfermedades fungosas del cultivo de jitomate

2.4.1 Tizón temprano (*Alternaria solani* Ell. y Mart)

2.4.1.1 Clasificación taxonómica

Alexopolus *et al.*, (1996) establece la siguiente clasificación taxonómica para el hongo *Alternaria solani*:

Dominio: Eucariota

Reino: Eumycota

Phylum: Ascomycota

Clase: Ascomycetes

Subclase: Dothideomycetidae

Orden: Pleosporales

Familia: Pleosporaceae

Género: *Alternaria*

2.4.1.2 Distribución e importancia económica

Las enfermedades causadas por *Alternaria*, se encuentran entre las más comunes en muchos tipos de plantas, en particular de hortalizas y plantas de ornato (Agrios, 2010); y es capaz de infectar cualquier órgano aéreo de la planta, desde la base del tallo, pecíolos, hojas, flores, tallos y frutos (Cruz, *et al.*, 1998).

Este patógeno causa la enfermedad conocida como “tizón temprano de la papa, del jitomate, del tomate de cáscara y de la berenjena”. De estos cultivos el más perjudicado es el jitomate, que puede ser atacado en cualquier fase fenológica, al provocar en estado de plántula, el ahogamiento y la pudrición del cuello (Romero 1993).

Se distribuye en los estados de Morelos, Sinaloa, Michoacán, San Luis Potosí, Estado de México y en otras regiones donde se cultivan éstas solanáceas, principalmente (Mendoza, 1999).

2.4.1.3 Síntomas y daños

En las hojas se presentan pequeñas manchas circulares de color café con anillos concéntricos de color oscuro y éstas manchas con frecuencia rodeadas de un halo amarillo. Usualmente las manchas aparecen en las hojas más viejas y de éstas suben al resto de la planta hasta llegar a dañar tallos y frutos. Las manchas en los frutos son similares a las de las hojas con color café y anillos concéntricos. En los anillos concéntricos se producen esporas polvorientas y oscuras (Cepeda, 2009).

2.4.1.4 Ciclo biológico y epidemiología

El hongo puede sobrevivir en el suelo, en residuos de cosecha y malezas. Al sobrevivir en semillas puede ser dispersado con la ayuda del viento, agua, insectos, trabajadores y herramienta agrícola. Las esporas se depositan en las plantas de jitomate, germinan e infectan las hojas cuando éstas están húmedas para luego penetrar además los tallos y frutos. El hongo es más activo cuando ocurren temperaturas moderadas o cálidas y el ambiente está húmedo, siendo más problemática en la época de lluvia (Cepeda, 2009).

La infección primaria puede ser causada por el hongo que está en el suelo, contribuyendo a ella los días lluviosos o húmedos y con una temperatura de 24 °C, las estructuras de resistencia del hongo son las clamidosporas, las cuales pueden sobrevivir en desechos de hojas que quedan sobre la superficie del suelo. Su severidad se incrementa cuando las plantas están estresadas por mucha fructificación, ataque de nematodos o deficiencias de nitrógeno (Agrios, 2010).

2.4.1.5 Manejo integrado

La prevención es la mejor manera de manejar esta enfermedad; mediante la inspección del cultivo periódicamente dos veces por semana, buscando plantas con síntomas antes de empezar cualquier aplicación de fungicidas. Además prevenir mediante el establecimiento de barreras rompevientos así como evitar en la medida de lo posible el riego por aspersión (Cepeda, 2009).

Se recomienda el uso de semilla certificada libre de enfermedades o el tratamiento con agua caliente a 50 °C por 25 minutos (Mendoza, 1996); además del establecimiento del semillero con sustrato desinfestado, con buen drenaje y eliminar las plántulas sospechosas (Cepeda, 2009).

Es recomendable también la incorporación de materia orgánica en el suelo mediante estiércol y rastrojo de maíz, días antes del trasplante, previa eliminación de residuos de cosecha. Es de mucha importancia la rotación con leguminosas por lo menos cada dos años para incrementar la fertilidad y eliminar algo de inóculo.

Para el control orgánico-biológico se recomienda la aplicación foliar de *B. subtilis*, *B. Pumilus*, extracto de gobernadora (*L. tridentata*), entre otros extractos o mezcla de *Bacillus* con *Streptomyces* spp. Se recomienda también la aplicación de manera preventiva del producto comercial Kuramil® a base de carboxil

cuprosulfuroso a dosis de 1 a 3 L·ha⁻¹; así como de derivados de citratos vegetales y extractos de algas marinas.

En cuanto al control químico se recomienda la aplicación semanal, cuando las condiciones sean favorables, de fungicidas de contacto de los grupos cúpricos y carbamatos, además de folpet, captan, dicloran, iprodiona, clorotalonil, en mezcla con un adherente y sobre todo si hay pronóstico o presencia de lluvia. Es efectiva la aplicación de fungicidas mesosistémicos y sistémicos del grupo de las estrobilurinas, y otros como: el pyrimetanil, fludioxinil+ciprodinil y difenoconazol, (Cepeda, 2009), por citar algunos.

2.4.2 Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont.) De Bary

2.4.2.1 Clasificación taxonómica

Alexopolus *et al.*, (1996) establece la siguiente clasificación taxonómica para *Phytophthora*:

Dominio: Eucariota

Reino: Cromista o Stramenopila

Phylum: Oomycota

Clase: Oomycetes

Orden: Pythiales

Familia: Pythiaceae

Género: *Phytophthora*

2.4.2.2 Distribución e importancia económica

De acuerdo con Romero (1993), *P. infestans* apareció simultáneamente en Europa y Estados Unidos en la década de 1830-1840, causando severos daños en el cultivo de papa, particularmente en Irlanda. Desde entonces se considera un serio problema en las zonas productoras de papa y jitomate, con clima fresco y húmedo,

en países como Rusia, China, Suecia, Holanda, Alemania, Inglaterra, Irlanda, Canadá, Estados Unidos, México, Perú, Argentina y Chile.

Cuando no se controla oportunamente, puede ocasionar la pérdida total del cultivo en una o dos semanas. En México se distribuye en la Mesa Central, Sierra de Puebla, El Bajío, Morelos, Michoacán y Sinaloa, entre otros (Mendoza, 1999).

2.4.2.3. Síntomas y daños

De acuerdo con Cepeda (2009), en las hojas se forman manchas amplias y amarillentas que pasan a pardas y difuminadas, empezando por la punta o bordes de los folíolos. El centro de la mancha se seca rápidamente y en condiciones favorables el contorno queda claro en el haz y cubierto por un micelio blanquecino en el envés; además que en el tallo se observan manchas alargadas, del mismo color al de las hojas (casi negras).

En frutos aparecen manchas color marrón de aspecto grasiento y de borde irregular, generalmente en la parte proximal del peciolo llegando a invadirlo por completo (Romero, 1993). En la base del tallo pueden aparecer también manchas color marrón que la rodean por completo

2.4.2.4 Ciclo biológico y epidemiología

El hongo inverna en forma de micelio, para luego propagarse en los tejidos vegetales, se ha tratado de explicar argumentando que la infección primaria en jitomate es originada por residuos de cosecha infectados, o incluso en regiones paperas, proveniente de parcelas cultivadas con papa con infección de zonas próximas o muy lejanas (Agrios, 2010).

El patógeno penetra de manera directa en la hoja a través de la cutícula y otras células epidermales, rara vez lo hace por los estomas, el micelio produce

esporangióforos que emergen a través de los estomas tanto de las hojas como de los tallos; los esporangios que se forman sobre los esporangióforos se desprenden y son diseminados por la lluvia, o bien, por las corrientes de aire cuando han llegado a su madurez (Cepeda, 2009).

La incubación de *P. infestans* es variable dependiendo de las condiciones ambientales. En temperaturas óptimas de alrededor de 21 °C y 100 % de humedad relativa, las hojas infectadas con zoosporas muestran los primeros síntomas al tercer día, y la producción de zoosporangios y zoosporas en los días siguientes y, como consecuencia, puede producirse en una sola estación de crecimiento nuevas infecciones y muchas generaciones asexuales del hongo (Romero, 1993).

Las reinfecciones ocasionadas en estas condiciones óptimas de desarrollo para el hongo, puede matar a las plantas en tres días aproximadamente (Agrios, 2010).

2.4.2.5 Manejo integrado

Es fundamental el monitoreo para un control preventivo, además de la eliminación de residuos de cosecha. Es siempre recomendable el uso de semilla certificada y de plántula sana; ya establecido el cultivo, evitar el riego por aspersión en la medida de lo posible, además que, en cultivos en invernadero evitar la condensación de rocío y el salpique de agua a través de cortinas mal cerradas o goteras cenitales (Romero, 1993).

Para el manejo orgánico-biológico, la aplicación de agua oxigenada a dosis de 2.5 L·ha⁻¹, ayuda a disminuir la cantidad de esporas, pero al tener un efecto antiesporulante es necesaria su aplicación cada 3 a 4 días al no tener residualidad (Acosta, 2011). Además las aplicaciones semanales de polisulfuro mineral y productos derivados de citratos vegetales y extractos de algas marinas ha dado

buenos resultados; así como la aplicación en “drench” de microorganismos benéficos como *T. harzianum*, *T. viridens*, *B. subtilis* y fosfitos de potasio.

En cuanto al control químico, se recomienda la aplicación preventiva con oxiclورو de cobre, sulfato de cobre, clorotalonil, mancozeb, captan. Si ya se ha establecido la enfermedad utilizar productos sistémicos, siempre rotando ingrediente activo para evitar resistencia, tales como fluopicolide, dimetomorf, clorhidrato de propamocarb + fosetilato, fenamidona, metalaxyl, mefenoxam, cymoxanil, cyazofamida, mandipropamida, ethaboxam, solos o en mezclas. Se recomienda hacer tres aplicaciones de sistémicos en bloques intercaladas con productos de contacto (Acosta, 2011).

2.4.3 Cenicilla, *Leveillula taurica* Lev. (*Oidiopsis taurica*)

2.4.3.1 Clasificación taxonómica

Alexopolus *et al.*, (1996), establece la siguiente clasificación taxonómica para *Leveillula taurica*:

Dominio: Eucariota

Reino: Eumycota

Phylum: Ascomycota

Clase: Ascomycetes

Orden: Erysiphales

Familia: Eryciphaceae

Género: *Leveillula* (*Oidiopsis*)

2.4.3.2 Distribución e importancia económica

La cenicilla es un problema serio en regiones agrícolas con climas cálidos, áridas y semiáridas, aunque últimamente, ya se le puede observar causando infecciones

en climas templados y húmedos. Se encuentra ampliamente reportada en Asia, África, el Mediterráneo y Norteamérica (Cepeda, 2009).

En México se reportó en Sinaloa en 1980. Afecta a solanáceas como chile, jitomate, berenjena, papa, tomate de cáscara; además de otras hortalizas como zanahoria, cebolla, alfalfa, alcachofa y algunas otras especies de leguminosas, malváceas y euforbiáceas (Romero, 1993).

2.4.3.3 Síntomas y daños

Inicialmente se observan en el haz, manchas de color verde claro a amarillentas brillantes, de tamaño pequeño y de forma más o menos circular. Posteriormente aparece una leve esporulación blanquecina en el envés. A medida que la enfermedad avanza, las manchas crecen y cubren toda la planta (Cepeda, 2009).

Si se dan las condiciones apropiadas se pueden desarrollar masas polvorientas de conidios tanto en el haz como en el envés; y a medida que progresa la enfermedad las lesiones se tornan necróticas, y cuando la infección llega a ser muy severa, hay afectación de frutos y las hojas mueren. Una defoliación severa ocasiona disminución en el rendimiento, frutos de menor tamaño, infectados y con golpe de sol. Las raíces y los órganos subterráneos nunca se ven afectados (Mendoza, 1996).

2.4.3.4 Ciclo biológico y epidemiología

De acuerdo con Romero (1993), este hongo presenta y desarrolla su fase sexual y asexual de la siguiente manera:

En cuanto a su fase asexual, la enfermedad inicia cuando una espora llevada por el viento se pone en contacto con alguna hoja del cultivo. El conidio germina, para luego formar un tubo germinativo que se adhiere a la superficie de la planta

mediante un apresorio. A partir de esta estructura se forma el “gancho” de penetración, que se introduce a través de la epidermis y forma el primer haustorio, para que a partir de él se formen nuevos tubos germinativos, las hifas se ramifican y van originando nuevos haustorios.

Los conidióforos aparecen al cabo de unos días y coinciden por lo general, con la tercera generación de haustorios. El desarrollo del conidióforo empieza con una hinchazón en una hifa por encima del núcleo de una célula; esta célula se elonga y se divide en dos, una de las partes queda unida a la hifa formando la llamada célula basal y la otra va a formar el conidióforo mediante divisiones sucesivas, según el número de células que vaya a tener el mismo. La célula subterminal es la que retiene la capacidad generativa y la terminal es la que madura para dar lugar a un conidio.

Este proceso se puede repetir varias veces para dar lugar a una cadena de conidios. Los conidios se desprenden de modo pasivo cuando la velocidad del viento está entre 0.6 y $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ o con velocidades inferiores si la humedad relativa es baja. Estos conidios al caer sobre un tejido compatible, vuelven a cerrar el ciclo de infección, dando como resultado un ciclo biológico de tipo policíclico de la enfermedad.

En lo que respecta a la fase sexual; cada año se presenta. Al final del ciclo de cultivo, con la senescencia de la planta, en los tejidos infectados suelen aparecer los cleistotecios, productores de ascosporas, las cuales son liberadas activamente y dispersadas por el viento. El cleistotecio se forma en el punto de unión de dos hifas, siempre en ramas laterales del micelio. El cigoto siempre da lugar por meiosis a ocho ascosporas, quedando finalmente de dos a ocho por asca.

La época de formación de cleistotecios varía en función de las condiciones climáticas, por ejemplo, en Norteamérica se observan en otoño. En algunas regiones de clima cálido o subtropical es raro observar estos cuerpos fructíferos, y

la manera como logra sobrevivir el inóculo es en forma de conidios al igual que muchas especies de cenicillas que se mantienen en ausencia de ascocarpos.

Las condiciones ambientales adecuadas para la presencia de cenicilla son climas húmedos y secos. En estos climas y dispersados por el viento, los conidios entran en contacto con los tejidos susceptibles y logran germinar a humedades relativas de 0 a 100 % y cuando la temperatura se encuentra entre 10 y 35 °C.

Bajo condiciones óptimas de temperatura los conidios germinan y causan la infección en 24 a 48 horas, para que luego el micelio se desarrolle internamente y produzca conidióforos a través de los estomas.

2.4.3.5 Manejo integrado

Para la prevención de la enfermedad es recomendable la eliminación de malezas y hospedantes, de los residuos de cosecha; además del uso de plántula sana, la poda de hojas basales y senescentes, así como mantener una adecuada ventilación, principalmente en producción en invernadero (Mendoza, 1999).

En cuanto al manejo orgánico-biológico se pueden asperjar productos a base de *B. subtilis*, *B. pumilus*, extractos de *L. tridentata*, azufre humectable, derivados de citratos vegetales y extractos de algas marinas, polisulfuro mineral, sales cuaternarias de amonio, además del empleo de KURAMIL[®] a la dosis anteriormente mencionada (Cepeda, 2009).

Para el control químico es recomendable la aplicación preventiva de folpet, azufre elemental, oxiclورو de cobre, diclorán (Mendoza, 1999); y si ya se ha establecido la enfermedad, el uso de fungicidas sistémicos del grupo de las estrobilurinas como azoxystrobin, pyraclostrobin, trifloxystrobin, kresoxim-metil; y de los triazoles como: miclobutanil, difenoconazol, propiconazol, triadimefon (Acosta, 2011), por citar algunos.

2.4.4 Marchitez y pudrición de corona y raíz (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* Sacc)

2.4.4.1 Clasificación taxonómica

Axelópolus *et al.*, (1996), establece la siguiente clasificación taxonómica para *Fusarium*:

Dominio: Eucariota

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Ascomycetes

Subclase: Sordariomycetidae

Orden: Hypocreales

Familia: Nectreaceae

Género: *Fusarium*

2.4.4.2 Distribución e importancia económica

Varias especies de *Fusarium* y sus formas especiales, así como algunas formas especiales de *F. oxysporum*, producen en vez de marchitamientos vasculares, pudriciones de semillas, plántulas (ahogamiento), raíces, tallos inferiores, coronas, cormos, bulbos, tubérculos, etc. Las plantas afectadas pertenecen a familias muy poco emparentadas e incluyen hortalizas, flores, pastos para céspedes, cultivos mayores y malezas; distribuyéndose la enfermedad ampliamente en todo el mundo y ocasionando pérdidas considerables (Agrios, 2010).

Esta enfermedad es de importancia mundial al estar registrada en al menos 35 países, y que es particularmente severa en países con clima cálido. *F. oxysporum* ha sido reportado en países como Japón, Estados Unidos, Canadá, Italia, Israel y Francia (Cepeda, 2009). En nuestro país, se encuentra en los estados de Sinaloa, San Luís Potosí, Baja California y Michoacán (Romero, 1993).

De acuerdo con Cepeda (2009), se han registrado tres razas fisiológicas. La raza 1 se distribuye ampliamente, registrándose en muchas áreas geográficas. Aunque la raza 2 primero fue registrada en 1940 en Ohio, USA; no se consideró de importancia económica sino hasta que se descubrió en Florida, USA, en 1961; y registrándose a partir de ahí en varios estados y en otros países como Australia, Brasil, Gran Bretaña, Israel, Marruecos, Holanda, Irak y México. La raza 3 se registró en 1966 en Brasil, encontrándose después en Australia y Estados Unidos.

2.4.4.3 Síntomas y daños

En etapas tempranas provoca achaparramiento. Para el caso de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, el primer indicio aparece al inicio de la floración o la formación de los primeros frutos, con una clorosis de las hojas más viejas y que aparece en un sólo lado de la hoja. En un corte transversal del tallo se observa una necrosis vascular de color café en forma de anillo, la cual va extendiéndose hacia arriba y que varía según la severidad de la enfermedad (Mendoza, 1999).

En cultivos a campo abierto *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, expresa los primeros síntomas con una clorosis ligera de los bordes de las hojas más viejas, que paulatinamente avanza hacia las hojas jóvenes. La clorosis avanza a la vena principal y el tejido afectado finalmente muere. Algunas plantas se marchitan y se secan rápidamente, a la par de la maduración de los primeros frutos, pero en la mayoría de los casos las plantas se van marchitando lentamente y logran sobrevivir hasta el final del ciclo (Romero, 1993).

En plantas muy afectadas se observa una necrosis vascular de color café chocolate en el tallo a manera de rayado, que se extiende hasta 25 cm sobre el suelo, y es a menudo apreciable en una cicatriz del peciolo (Cepeda, 2009).

En cultivos de invernadero las plantas mueren en estado de plántula y la enfermedad podría confundirse con “damping-off” (Blancard, 1992).

En la raíz principal hay una pudrición seca y muchas lesiones pequeñas de color café claro en el punto de emergencia de las raíces laterales. Las plantas muertas o casi muertas, ocasionalmente producen masas conspicuas de esporas y el micelio de color blanco rosado sobre las lesiones del tallo y que en muchas ocasiones se puede observar una coloración púrpura en el tejido afectado (Romero, 1993).

Por lo general, el bronceado del sistema vascular es característico de la enfermedad y se puede utilizar para su identificación (Cepeda, 2009).

2.4.4.4 Ciclo biológico y epidemiología

El hongo puede estar en la semilla o en el suelo a manera de clamidosporas y puede sobrevivir por más de cinco años; luego es diseminado por labores culturales, plántulas infectadas y agua de riego. Las clamidosporas germinan y penetran a través de heridas que se forman al emerger las raíces laterales o penetran directamente en el tejido joven en la zona de elongación. El micelio avanza intercelularmente hasta alcanzar la región del xilema, para luego ramificarse y producir microconidios, los cuales son arrastradas hacia arriba por corrientes de savia; vuelven a germinar y producen más micelio y microconidios. El patógeno excreta enzimas pectolíticas que destruyen la lámina del parénquima del xilema, las células parenquimatosas se mueren y se tornan de color café, lo cual se observa como un anillo en un corte transversal (Agrios, 2010).

El daño es más intenso de 21 a 33 °C; ya que a menor o mayor temperatura de estos rangos, el hongo se desarrolla más lentamente. Su crecimiento y reproducción son mayores con temperaturas del suelo de 27 a 29 °C, las plantas mueren dos a cuatro semanas después de la infección (Mendoza, 1999).

En general, de acuerdo con Cepeda (2009), los factores que favorecen su desarrollo son temperaturas entre 25 y 32 °C, suelos húmedos y arenosos, exceso

en la fertilización nitrogenada y bajo en fósforo, pH ácidos del suelo, días cortos e intensidad de luz escasa.

2.4.4.5 Manejo integrado

Como métodos preventivos y técnicas culturales, se recomienda la rotación de cultivos, ya que reduce paulatinamente el patógeno en suelos infestados; además de la eliminación de plantas enfermas y los residuos de cosecha. Es también recomendable utilizar semilla certificada y plántula sana, injertos, así como variedades resistentes, siendo esta última la medida más adecuada, así como desinfectar las herramientas de trabajo (Cepeda, 2009), además de manejar la biosolarización del suelo durante 4 a 6 semanas y tener cuidado de no maltratar las raíces, ni sobrefertilizar con nitrógeno, y sí con potasio (Acosta, 2011).

En cuanto al control orgánico-biológico, una vez que ya se encuentre establecida la enfermedad, la aplicación de Bioxer 1000[®] a base de una mezcla de extractos de *Azadirachta indica*, *Piper auritum*, *Chrysanthemum* spp., con *Lactobacillus*, levaduras, polifenoles naturales, extractos de algas, entre otros, a dosis de 30 L·ha⁻¹, ha tenido buenos resultados en pruebas *in vitro*, invernadero y campo abierto (Cepeda, 2009). También se puede inocular el suelo con *T. harzianum*, *G. intraradices*, *Gliocladium* sp., *B. subtilis*, *Penicillium funiculosum* y *Aspergillus ochraceus* (Mendoza 1996).

Se puede manejar también la biofumigación mediante la incorporación al suelo de estiércol y residuos de crucíferas, en particular el brócoli; además del tratamiento a la semilla con agua caliente a 52 °C durante 30 minutos (Acosta, 2011).

Con respecto al control químico preventivo, se puede tratar el suelo con fumigantes como metam sodio, metam potasio, aunque en algunos casos se provoca una reinfestación por la multiplicación rápida del hongo. Es recomendable el tratamiento a la semilla con tiabendazol, fludioxinil, o difenoconazol; además de

la aplicación de nematicidas para evitar el daño por nematodos en raíces (Acosta, 2011).

Luego que el hongo penetra al tejido vegetal, no existe control químico efectivo para esta enfermedad (Mendoza, 1999); pero se puede sobrellevar con penfuflen, tiofanato metílico, tiabendazol, procloraz (Acosta, 2011).

2.4.5 Pudrición o moho gris [*Botryotinia fuckeliana* de Bary (*Botrytis cinerea* Pers.)]

2.4.5.1 Clasificación taxonómica

Agrios (2010), señala la siguiente clasificación taxonómica para *Botrytis*:

Dominio: Eucariota

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Ascomycetes

Subclase: Leotiomycetidae

Orden: Helotiales

Familia: Sclerotiniaceae

Género: *Botrytis*

2.4.5.2 Distribución e importancia económica

Este patógeno tiene una distribución amplia en muchas flores, frutales y hortalizas, provocando infección desde la etapa de plántula y postcosecha (Jarvis, 1977); y que causa una de las enfermedades más comunes en cultivos de invernadero (Agrios, 2010).

De acuerdo con Mendoza (1999), *B. cinerea* se encuentra distribuida ampliamente en México, como son las zonas florícolas del Estado de México, Michoacán,

Puebla, Veracruz, Morelos, Hidalgo, Distrito Federal, sin descartar que pueda existir en otras zonas agrícolas donde se produzcan otros tipos de cultivos como el jitomate.

Este hongo ocasiona pudriciones en frutos, flores, tallos y hojas de diversos cultivos como la berenjena, lechuga, apio, frijol, col, calabaza, haba, chile, fresa, jitomate, cebolla, zanahoria; y en frutales como ciruelo, cerezo y manzano. También produce pudriciones y tizones en ornamentales, en donde provoca pérdidas en la calidad y cantidad, tanto en el campo como en el almacén y transporte; y que en condiciones de humedad excesiva sus ataques son muy severos y las pérdidas pueden ser totales (Romero, 1993; Mendoza, 1999).

2.4.5.3 Síntomas y daños

Es común que sobre las hojas y flores se producen lesiones pardas, mientras que en los frutos se produce una podredumbre blanda, un poco acuosa según el tejido susceptible, en los que se observa el micelio gris del hongo. En tallos y peciolas aparecen lesiones pardas, sobre todo en restos de poda y heridas, invadiendo el tejido del tallo y provocando el colapso de la planta y su muerte (Cepeda, 2009).

2.4.5.4 Ciclo biológico y epidemiología

Las principales fuentes de inóculo son los conidios y los residuos de cosecha que son dispersados por el viento, salpicadura de lluvia, por gotas de condensación en el plástico y por el agua de riego. Tanto la temperatura como la humedad relativa tienen influencia en la enfermedad de forma separada o conjunta; ya que, en general con humedad óptima de 95 %, y temperaturas de 17 a 23 °C la enfermedad se desarrolla agresivamente (Mendoza, 1999).

Al diseminarse la fuente de inóculo y causar infección principalmente en los pétalos, o en otros órganos; éstos se desprenden y siguen dispersando el hongo (Cepeda, 2009)

2.4.5.5 Manejo integrado

Es importante retirar residuos de cosecha y plantas afectadas; además de realizar la poda de hojas con un corte a ras del tallo, y posteriormente el sellado de los cortes con alguna pasta fúngica o producto cúprico. Es de importancia controlar el nitrógeno en el suelo, tener marcos y densidades de plantación adecuados que permitan la aireación, así como tener un manejo adecuado del riego y ventilación; además del uso de cubiertas plásticas con absorción de luz ultravioleta, que reducen la esporulación y la tasa de colonización epidérmica (Cepeda, 2009).

Para el control biológico existen diversos hongos como: *Trichoderma* spp., *Coniothyrium* spp., *Gliocladium* sp., *Mucor* spp., y *Penicillium* spp.; también bacterias y nematodos como antagonistas, citando a los primeros como los más importantes en los cultivos hortícolas. Sin embargo, estos microorganismos todavía no se aplican de forma comercial en el cultivo de jitomate. Pero si es recomendable la aplicación de *Bacillus subtilis*, carboxil cuprosulfuroso, bicarbonato de potasio, polisulfuro mineral y el producto comercial AGRILIFE®, a base de una mezcla de ácido cítrico y láctico (Cepeda, 2009).

Para el control químico, debido a la presencia de cepas tolerantes a los benzimidazoles, carboxamidas e incluso a carbendazim, es importante el uso cauteloso y alternar la aplicación de moléculas como captan, maneb, folpet, iprodiona, dicloran, benomilo, carbendazim, tiabendazol, metil tiofanato, fenhexamid, procloraz, pirymetanil, ciprodinil+fludioxonil y sulfato de polixin de sal de zinc (Acosta, 2011; Cepeda, 2009).

2.4.6 Tizón sureño (*Sclerotium rolfsii* Sacc.)

2.4.6.1 Clasificación taxonómica

Agrios (2010), establece la siguiente clasificación taxonómica para *Sclerotium*:

Dominio: Eucariota

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Ascomycetes

Subclase: Leotiomycetidae

Orden: Helotiales

Familia: Sclerotiniaceae

Género: *Sclerotium*

2.4.6.2 Distribución e importancia económica

Sclerotium rolfsii Sacc., es un hongo del suelo necrótrofo facultativo con gran capacidad de crecimiento saprofítico y causante de enfermedades de gran significancia para la producción agrícola por la magnitud de las pérdidas que ocasionan y la dificultad para combatirlas eficientemente (Aycock, 1966); además que este hongo afecta a más de 180 especies de plantas y por la distribución mundial que posee (Aycock, 1961); encontrándosele en países de África, América Central y del Sur, en Australia, Chile, India, Japón y sur de EE.UU., así como en países de la Cuenca Mediterránea, aunque también ha sido descrito en el norte de USA, norte de China e incluso en Siberia (Aycock, 1966).

Ataca diversas fases del desarrollo de sus hospederos, desde la semilla hasta los productos agrícolas a nivel de postcosecha; además que es de extrema importancia epidemiológica por su supervivencia a través de esclerocios (Díaz y

Castro, 1977). Su estado sexual ha sido reportado como *Pellicularia rolfsii* Sacc (West, 1961).

2.4.6.3 Síntomas y daños

En plántulas produce *damping-off*. En plantas adultas ocasiona una marchitez repentina con una muerte descendente de las hojas, desde la punta hasta su peciolo (Cepeda, 2009).

En la parte inferior del tallo justo a nivel del suelo, es común observar una podredumbre café oscura que posteriormente, en los últimos estadios del proceso infectivo, se cubre con una masa blanca y algodonosa de micelio, pudiéndose apreciar claramente los microesclerocios cuya coloración cambia de blanco a café oscuro a medida que maduran (Aycok, 1966; Punja, 1985). Aunque el tallo haya sido invadido, éste mantiene su verticalidad y comienza a perder sus hojas o a marchitarse. Finalmente la enfermedad termina destruyendo el sistema radical (Mendoza, 1999).

2.4.6.4 Ciclo biológico y epidemiología

El patógeno es capaz de persistir en el suelo o en materia orgánica muerta por mucho tiempo en quiescencia fungistática mediante esclerocios, que constituyen el inóculo primario en la mayoría de las enfermedades, los cuales se forman en el ambiente natural cuando hay una reducción del sustrato o tejido vegetal sobre el cual vive el hongo, lo cual va ligado a condiciones ambientales adversas, que le permiten sobrevivir y dispersarse (Punja, 1985).

Una vez que existan las condiciones ambientales favorables, se da la germinación y desarrollo micelial desde las células de la médula del esclerocio y que tienen la capacidad de infectar tejidos susceptibles al penetrar mediante apresorios o ganchos de penetración. El desarrollo micelial dentro de la planta se produce tanto

inter como intracelularmente, sin penetrar en los elementos vasculares. Sin embargo, cuando las condiciones son desfavorables, las hifas detienen su crecimiento para formar microesclerocios secundarios (Aycock, 1966; Punja, 1985).

En general, transcurridos de dos a cuatro días, tras la infección aparecen los primeros síntomas, a manera de lesiones en la base del tallo y/o marchitez foliar, tras lo cual, la enfermedad sigue desarrollándose hasta que los órganos afectados presenten el aspecto típico de necrosis, maceración y pudrición. Posteriormente aparecen los esclerocios en la superficie de dichos tejidos, pudiendo pasar luego al suelo y permanecer en éste en estado latente y/o en ausencia de cultivo durante largos periodos de tiempo hasta que las condiciones sean de nuevo favorables para germinar y llevar a cabo un nuevo ciclo de infección (Remesal *et al.*, 2010).

El hongo se ve favorecido con bajos niveles de humedad al desarrollarse adecuadamente a temperaturas de 8 a 40 °C con un óptimo de 30 a 35 °C. La longevidad de los esclerocios aumenta con temperaturas frías. Las temperaturas entre 7 a 8 °C y humedades relativas del 12 al 25% ayudan a que el micelio permanezca viable después de un año (Romero, 1993).

2.4.6.5 Manejo integrado

De acuerdo con Remesal (2011), las estrategias de control de este patógeno están encaminadas a prevenir la aparición y el desarrollo de la enfermedad en base a la eliminación del patógeno, escape a la infección, desarrollo de la resistencia al patógeno y la protección de la planta; y tales medidas involucran: la utilización de suelos libres de *S. rolfsii* o con un contenido mínimo de inóculo; la eliminación de restos de cosecha infectados, como de plantas infectadas durante el ciclo productivo (Aycock, 1966); la solarización del suelo puede reducir tanto la viabilidad de los esclerocios hasta en un 90 %, así como el desarrollo de la enfermedad (Singh *et al.*, 1990); o combinar esta práctica con enmiendas

orgánicas y restos vegetales para potenciar el efecto en la reducción del inóculo (Romero-Ávila, 1999).

Leach y Davey (1942), recomiendan también la incorporación al suelo de enmiendas orgánicas e inorgánicas como nitrato de calcio, cianamida, urea o sulfato de amonio, para estimular el desarrollo de microorganismos antagonistas. Por otra parte, Garren (1961), recomienda la inundación del suelo para provocar la privación de oxígeno al patógeno y estimular e incrementar la actividad microbiana; sin embargo, se debe de llevar a cabo con precaución puesto que la humedad beneficia al patógeno.

También es recomendable la rotación de cultivos como maíz, trigo, soya; así como el adelanto en las fechas de siembra y cosecha, para escapar de condiciones óptimas de humedad y temperaturas altas que favorezcan la germinación de esclerocios (Remesal, 2011).

En cuanto al control biológico, existen numerosos estudios que señalan a diferentes microorganismos como agentes potenciales de control de *S. rolfsii*, tales como: *Talaromyces flavus*, *Gliocladium virens*, *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* o *P. aeruginosa* o especies del género *Streptomyces* (Remesal, 2011; Kishore, et al., 2005; Singh et al., 2003).

Para el control químico, la aplicación de ciertos fungicidas ha sido efectiva para inhibir tanto la germinación como el crecimiento micelial (Punja, 1985); así moléculas como bromuro de metilo, captafol, cicloheximida, carboxin, captan o pentacloronitrobenzeno, proporcionan un control adecuado de la enfermedad (Remesal, 2011), aunque ya son moléculas muy usadas. También es recomendable la aplicación de tiabendazol, procloraz, fludioxinil+ciprodinil, tiofanato metílico, fenhexamid y/o pirimetanil (Acosta, 2011).

2.4.7 Pudrición del cuello y raíz, ahogamiento; *Thanatephorus cucumeris* Frank (*Rhizoctonia solani* Kühn)

2.4.7.1 Clasificación taxonómica

Agrios (2010), establece la siguiente clasificación taxonómica para *Rhizoctonia*:

Dominio: Eucariota

Reino: Eumycota o Fungi

Phylum: Basidiomycota

Clase: Basidiomycetes

Orden: Polyporales

Familia: Corticiaceae

Género: *Rhizoctonia*

2.4.7.2 Distribución e importancia económica

Es una de las enfermedades más antiguas y de mayor dispersión a nivel mundial, puesto que, desde su reporte por Kühn en 1858, ha sido detectada en casi todas las áreas productoras de papa y jitomate en el mundo (Harrison, 1978; García *et al.*, 2002); causando pérdidas en la mayoría de las plantas anuales, incluidas las malezas, casi todas las hortalizas y ornamentales, varios cultivos mayores y también en plantas perennes, tales como pastos para céspedes (Agrios, 2010).

Entre las enfermedades comúnmente causadas por este hongo está el llamado damping-off en etapa de plántula y la podredumbre de las raíces, destacando que para la mayoría de las hortalizas, no existe ningún fungicida efectivo para el control de este patógeno (Sánchez, 1998). En nuestro país, además del jitomate, también afecta cultivos de frijol, algodón, papa, entre otros, causando serios daños durante cualquier estado de desarrollo de la planta (Agrios, 2010).

2.4.7.3 Síntomas y daños

R. solani comúnmente causa pudrición de la semilla evitando la germinación, en otros, casos la semilla es atacada apenas después de haber germinado, también daña el cultivo en etapa de plántula, así como tejidos suculentos. En plantas adultas causa marchitez con clorosis por la pudrición del cuello y raíz (Mendoza y Pinto, 1985).

El síntoma característico de la enfermedad son lesiones húmedas y hundidas a nivel de cuello y a manera de estrangulamiento, son de tamaño variable y con una coloración café canela a café rojizo (Romero, 1993); además la pudrición en el cuello de la planta no es compacta, por lo que la epidermis se desprende con facilidad (Mendoza, 1999).

2.4.7.4 Ciclo biológico y epidemiología

R. solani es un habitante natural del suelo donde persiste como hifa o esclerocio teniendo reservas de alimento. Se disemina por el agua, tejidos vegetales infectados y el hombre, logrando sobrevivir hasta por cinco años; luego de germinar se da el crecimiento de las hifas las cuales penetran directamente al tejido, luego causan la muerte por enzimas que reblandecen al tejido que le servirá como alimento (Mendoza y Pinto, 1985).

Las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de la enfermedad son la humedad en el suelo y temperaturas alrededor de 15 °C, sin embargo, para la germinación del esclerocio es necesario una humedad alta y una temperatura de 21 a 25 °C (Mendoza y Pinto, 1985). También se ha visto la incidencia en áreas tropicales con suelo mal drenado, desconociéndose factores de resistencia vertical, pero sí se sabe que en plantas con más de 2 a 3 hojas sin haber sido afectadas, no presentan posteriormente susceptibilidad (Nuez *et al.*, 1996).

Rara vez este hongo produce un estado perfecto de basidiomiceto conocido como *T. cucumeris*. Esta fase se forma cuando hay suficiente humedad y tiene el aspecto de un mildiu fino que se desarrolla sobre el suelo, hojas y tallos infectados (Agrios, 2010).

2.4.7.5 Manejo integrado

En los semilleros se deben utilizar protecciones que faciliten la ventilación de los mismos, para prevenir humedades altas y facilitar el endurecimiento de los tallos de las plántulas. Por otra parte, al realizar el trasplante, la enfermedad se previene utilizando plántula sana, bien lignificadas y de desarrollo equilibrado entre parte aérea y radical; además de realizar camas o surcos de siembra altos y situarlos en terrenos bien drenados (Nuez *et al.*, 1996), así como evitar riegos pesados (Sánchez, 1998).

Es recomendable también la rotación de cultivos durante un tiempo suficiente (Agrios, 2010), además de llevar a cabo la solarización por veinte días, ya que se alcanza una mortalidad de los esclerocios en un 80 % de 5 a 20 cm de profundidad (Sánchez, 1998).

Con respecto al control biológico para este patógeno uno de los hongos antagonistas más estudiados es *Trichoderma* spp.; como lo observado por García *et al.*, (2002) al aplicar en tubérculos de papa, biopreparados a base de aislamientos autóctonos de *T. harzianum* y que representan una alternativa eficiente y menos contaminante para el control de esta enfermedad. También se recomienda la aplicación al cuello de la planta de *Gliocladium virens* y *Laetisaria arvalis* (Cardoso, 1987), además de *Bacillus subtilis* (Acosta, 2011).

Referente al control químico, de acuerdo con Nuez *et al.*, (1996), en los invernaderos donde se han producido ataques, es recomendable la desinfección de bancales y macetas o el tratamiento de las mismas con una solución al 1% de

sulfato de cobre, además de una adecuada ventilación. Es recomendable también, la incorporación en alguno de los riegos realizados en la fase de semillero, de fungicidas tales como iprodiona, clorotalonil, carboxin, triadimefon y tiofanato metílico. Se recomienda la fumigación con pentacloronitrobenceno a dosis de 6.8 a 13 kg·ha⁻¹ (Sánchez, 1998).

Se recomienda también el tratamiento a la semilla con captán, diclone y thiram; así como las aspersiones programadas con captan (Sánchez, 1998); o también tratar la semilla con azoxystrobin, además de aspersiones con tiabendazol, difenoconazol, fluoxastrobin, tiofanato metílico, carbendazim, penflufen y fluazinam (Acosta, 2011), que pueden ser de gran ayuda en el control de esta enfermedad.

2.5 Principales enfermedades bacterianas del cultivo de jitomate

De acuerdo con Rodríguez (2010), las principales enfermedades bacterianas son:

2.5.1 Cancrosis, marchitez u ojo de pájaro (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* Smith)

2.5.1.1 Clasificación taxonómica

De acuerdo al CAB Internacional (2011), se establece la siguiente clasificación taxonómica:

Dominio: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Actinobacteria

Subclase: Actinobacteridae

Orden: Actinomycetales

Suborden: Micrococchineae

Familia: Microbacteriaceae

Género: *Clavibacter*

2.5.1.2 Distribución e importancia económica

Fue observada por primera vez en 1909 por E. F. Smith. Se encuentra distribuida prácticamente en todas las zonas productoras de jitomate, ocasionando pérdidas severas en muchos países del mundo. Su presencia era esporádica, pero en los últimos años se ha presentado ciclo tras ciclo en varias regiones de nuestro país (Rodríguez, 2010); y cuando se presenta llega a ser muy destructiva, debido a su capacidad de diseminarse por semilla o de manera mecánica por las manos, herramientas de trabajo, podas y otras labores culturales, pudiendo acabar con todo el cultivo, tanto en invernadero como a campo abierto, en cuestión de semanas (EPPO, 2010).

En México, se ha detectado prácticamente en casi todas las áreas productoras de jitomate. Esta enfermedad ha ido tomando más importancia día con día, y a la vez coincidiendo con el uso intensivo de modernas tecnologías de producción que incluyen el riego presurizado y variedades novedosas de rendimientos altos (Sánchez, 1998).

2.5.1.3 Síntomas y daños

De acuerdo con Rodríguez (2010), aún cuando la infección se puede presentar en cualquier etapa de desarrollo del hospedante no siempre se manifiestan los síntomas, los cuales pueden ser sistémicos debido a la invasión de los haces del xilema o estar restringidos al parénquima.

En cultivos protegidos los síntomas vasculares generalmente se presentan hasta que las plantas están próximas a la madurez; pueden aparecer primero en las hojas de la región del segundo y tercer racimo, por encima del que se está cosechando, o en las hojas terminales, las cuales adquieren una coloración verde grisácea y luego pierden su turgencia, los folíolos se enroscan hacia el haz, y poco tiempo después, la marchitez se hace aparente. Al hacer un corte transversal o longitudinal de los tallos se observa oscurecimiento de los haces vasculares. En el

raquis se pueden observar manchas de color verde oscuro que posteriormente se agrietan, denominadas canchros. Los racimos florales se caracterizan por el anillamiento de los pedúnculos, lo que provoca la caída prematura de flores. Las hojas y peciolo permanecen adheridos al tallo (Tlapal, 2008; Rodríguez, 2010).

En condiciones de alta humedad relativa, de las lesiones en hojas y tallos salen exudados bacterianos que son fuente de inóculo e infectan tejidos sanos como los frutos, donde se desarrollan manchas circulares, al inicio de color verde oscuro y posteriormente se tornan color blanco con el centro negro, de ahí que en los frutos, el síntoma se denomine “ojo de pájaro” (Sánchez, 1998).

2.5.1.4 Ciclo biológico y epidemiología

Rodríguez (2010), señala que, la semilla es considerada la principal fuente de inóculo, al igual que las plántulas; puesto que pueden tener la bacteria de forma epifítica o como infección latente; así como la práctica de injerto, donde tanto como el injerto como el patrón pueden ser portadores de la bacteria. En ausencia del jitomate, la bacteria puede permanecer en hospedantes alternos como ortiga de Bull (*Solanum carolinense*), toloache (*Datura stramonium*) y trompillo (*Solanum eleagnifolium*).

Ramírez y Sainz (2006); y Sánchez (1998), señalaron que aunque la infección primaria se origina principalmente de semilla, en el momento en que se infectan los cotiledones a través de sus estomas, la bacteria puede entrar por heridas, aunque también por los tricomas de las hojas. Después se disemina rápidamente al tallo, hojas y frutos, para causar la marchitez debido a la producción de polisacáridos extracelulares que taponean los vasos xilemáticos. La diseminación secundaria se lleva a cabo por el salpique de lluvia, riego y durante las prácticas culturales de trasplante y poda, así como por implementos y herramientas de trabajo infestados. La bacteria sobrevive de un año al siguiente en semillas de

plantas infectadas, en residuos de cosecha, en hospedantes perennes (Rodríguez, 2010), y de manera saprófita en el suelo hasta por tres años.

2.5.1.5 Manejo integrado

Puesto que no hay variedades resistentes y los productos químicos que existen a la fecha no tienen efecto curativo, se debe emplear semillas, plántulas y patrones libres del patógeno, desarrollados en semilleros libres del patógeno (Rodríguez, 2010; Sánchez, 1998). Además, es recomendable realizar monitoreos, aislar planta y área cercana a plantas enfermas, así como eliminar completas las plantas enfermas y recoger todo el material que caiga al suelo evitando sacudir la raíz. La siembra directa en campo reduce una diseminación del 10 %, además practicar la rotación de cultivos por tres años (Rodríguez, 2010).

Sánchez (1998), recomienda el tratamiento de las semillas con ácido acético al 0.6 % durante 24 hrs; o el tratamiento con agua caliente a 55 °C durante 25 minutos, luego tratar con formalina, secar rápidamente y espolvorear algún fungicida específico (Ramírez y Sainz, 2006).

Se recomienda que a las plantas cercanas a las enfermas, se les asperje derivados de cobre, gentamicina o estreptomycin; además de colocar tapetes sanitarios, desinfección de herramienta con el producto comercial Vircon-S®, producto a base de sales potásicas y cloruro de sodio; o con hipoclorito de sodio al 2 % (Rodríguez, 2010).

2.5.2 Roña, sarna o mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria* Doidge)

2.5.2.1 Clasificación taxonómica

De acuerdo al CAB Internacional (2011), se establece la siguiente clasificación taxonómica:

Dominio: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Xanthomonadales

Familia: Xanthomonadaceae

Género: *Xanthomonas*

2.5.2.2 Distribución e importancia económica

Esta enfermedad fue descrita por vez primera en Estados Unidos por Doidge y actualmente se encuentra distribuida en muchas regiones del mundo con clima caluroso donde se cultivan sus hospedantes (Rodríguez, 2010). Se estima que los daños causados por esta enfermedad bacteriana oscilan entre un 3 y 18 %, y en casos excepcionales puede causar pérdidas totales; siendo en particular, muy severa en días cálidos con nublados y lluvias frecuentes (Sánchez, 1998).

La mancha bacteriana toma mucha importancia, puesto que, además de los daños al follaje puede afectar, tallos, peciolo, frutos e inducir la caída prematura de flores; las manchas en los frutos reducen significativamente su calidad y más del 50 % de la producción en ataques severos (Rodríguez, 2010).

2.5.2.3 Síntomas y daños

De acuerdo con Rodríguez (2010), el mayor daño se manifiesta en la parte aérea causando atizamiento del follaje.

Los síntomas iniciales se observan en el envés, donde aparecen manchas angulosas pequeñas e irregulares de 1 a 3 mm de diámetro de aspecto húmedo; posteriormente las manchas se hacen visibles por el haz para luego tomar una coloración de gris a café oscuro y con el centro de color negro, que en ocasiones

éstos se secan y se llegan a romper; en jitomate estas lesiones se pueden encontrar rodeadas de un halo amarillo (Rodríguez, 2010; Cepeda, 2009).

Las manchas delimitadas por las nervaduras son en ocasiones angulares, mientras que aquellas no restringidas, tienden a ser redondas; en el haz de las hojas, frecuentemente estas lesiones son hundidas. Si persiste alta humedad relativa, los márgenes de los folíolos adquieren una coloración amarillenta, la cual se va extendiendo entre las venas, lo que ocasiona el necrosamiento total del follaje, y su posterior defoliación. En los tallos y raquis las lesiones son pequeñas, circulares o ligeramente alargadas de color café oscuro o negras, de aspecto costroso (Rodríguez, 2010; Carrillo *et al.*, 2001).

En frutos aparecen pequeñas pústulas de aspecto húmedo, color negro y superficie ligeramente elevada rodeados de una aureola verdosa estrecha y que se extiende hasta alcanzar un diámetro de 3 a 6 mm. Poco después el halo desaparece y las manchas cambian a color negro, se hunden ligeramente y su superficie se vuelve áspera y costrosa, las lesiones crecen hacia los lados sin afectar la pulpa (Rodríguez, 2010).

2.5.2.4 Ciclo biológico y epidemiología

La bacteria puede sobrevivir en residuos de cosecha anterior, sobre plantas voluntarias, sobre malezas como el toloache, tomatillo, tabaco, entre otras; y en la semilla, siendo esta última la principal fuente de inoculo; así que, durante la germinación, cuando hay humedad relativa alta, las bacterias se mueven desde la superficie de las semillas a los cotiledones y tallos (Rodríguez, 2010).

Una vez ahí, la enfermedad se dispersa rápidamente en almácigos y en campo por riegos de aspersión y salpique o arrastre de agua de lluvia por el viento y penetrando a través de heridas, como las causadas por insectos, por partículas de

arena, lluvias fuertes y granizo, y por presiones muy altas de aspersión de agroquímicos (Sánchez, 1998; Cepeda, 2009).

2.5.2.5 Manejo integrado

Rodríguez (2010), mencionó que, anteriormente las semillas eran tratadas con estreptomicina; sin embargo, la bacteria se hizo resistente, por lo que, si ya se ha presentado la bacteria, su control es muy difícil. Para evitar la dispersión, la entrada a la parcela y cualquier labor cultural se debe hacer cuando hay baja humedad y la superficie de las hojas esté seca. También señala que, es importante la eliminación de malezas y plantas de jitomate que crezcan alrededor; así como el uso de equipos y herramientas desinfestados.

Además, Romero (2007), recomienda la rotación de cultivos con plantas no hospedantes por al menos dos años. Para el tratamiento a la semilla se puede emplear ácido acético, hipoclorito de sodio y calcio o inmersión en agua caliente a 54 °C durante 30 minutos o en una solución con kasugamicina como antibiótico (Rodríguez, 2010).

Se pueden realizar aspersiones foliares a base de *Bacillus subtilis*, extractos de *Larrea tridentata* (Progranic Mega[®]), carboxil cuprosulfuroso (Kuramil[®]), mezcla de ácido ascórbico, láctico y cítrico (Agrilife[®]), así como con Organobac[®], producto compuesto a base de extractos de plantas tropicales y especies marinas, aceites de plantas desérticas y aromáticas, aminosacáridos y salicilatos, terpenos, fenoles y alcaloides, los cuales inducen en la planta cierta resistencia antibacteriana (Rodríguez, 2010; Cepeda, 2009).

De acuerdo con Rodríguez (2010), como medida preventiva, se recomienda realizar aplicaciones semanales con productos cúpricos tratando de que el envés quede protegido; además de mezclas de cobre con mancozeb en proporción 3:1 para evitar resistencia. También son recomendables las aplicaciones quincenales

de fosfonatos tales como Activar[®] o Biostim[®], para incrementar los mecanismos de defensa de la planta. El mismo autor señala que existe un producto comercial a base de una mezcla de fagos (AgriPhage[®]) que logra reducir la enfermedad hasta un 60%. Se ha observado también que el fungicida TCMTB o benzotiazol (Busan[®]) tiene cierta acción bactericida (Sánchez, 1998).

2.5.3 Peca bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* Okabe)

2.5.3.1 Clasificación taxonómica

De acuerdo al CAB Internacional (2011), se establece la siguiente clasificación taxonómica:

Dominio: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Pseudomonadales

Familia: Pseudomonadaceae

Género: *Pseudomonas*

2.5.3.2 Distribución e importancia económica

La peca bacteriana, fue inicialmente descrita en Taiwán y estados Unidos en 1933. Desde entonces se ha extendido por todo el mundo, en aquellas regiones donde se cultive jitomate y con presencia de climas templados-húmedos y con humedad relativa alta, por lo que se considera como una enfermedad cosmopolita. Las pérdidas ocasionadas en la reducción de la producción, es debido a que la infección ocasiona una muerte prematura de las flores, así como una reducción en la calidad de los frutos, por las manchas que se forman en ellos, haciéndolos inadecuados para el mercado o la industria (Fanelli *et al.*, 2007); y éstas pérdidas

pueden presentarse tanto en cultivos a campo abierto como en invernadero (Rodríguez, 2010).

La incidencia y severidad están relacionadas con la susceptibilidad de las variedades de jitomate que utilizan los productores (Kozik y Sobiczewsky, 2000), tanto es así, que la mayor parte de las pérdidas económicas se originan en variedades susceptibles (Zaccardelli *et al.*, 2005).

2.5.3.3 Síntomas y daños

De acuerdo con Rodríguez (2010) y Tlapal (2008), esta bacteria afecta cualquier parte de la planta. En etapas iniciales, sobre las hojas se forman manchas pequeñas de 1 a 1.5 mm de diámetro y acuosas, un tanto circulares de color café claro a negro rodeadas de un halo amarillento, pequeño en las primeras etapas y va creciendo conforme avanza la enfermedad. Estas lesiones se pueden desarrollar en todo el foliolo pero son más comunes en la parte abaxial, y que al coalescer dan origen a lesiones grandes e irregulares; después el tejido afectado se desprende de la hoja, adquiriendo una apariencia perforada.

En otras partes de la planta, como pedúnculos, peciolo, tallos, las manchas son ovales, pero al crecer son elongadas de color café claro, borde negro y centro ligeramente más claro. Los frutos inmaduros son más susceptibles al daño por las lesiones, formándose sobre su superficie manchas diminutas, inicialmente de una coloración verde oscura, pero luego se vuelven negras y con su superficie un poco levantada; el tejido sano que rodea a estas manchas es de color verde oscuro (Rodríguez, 2010; Ramírez y Sainz, 2006).

2.5.3.4 Ciclo biológico y epidemiología

La bacteria penetra por los estomas y por heridas, y puede mantenerse en las raíces y en el follaje de varias plantas cultivadas y malezas, o directamente en el

suelo y en residuos de cosecha infectados, para diseminarse fácilmente por la lluvia, neblina, riego por aspersión, viento y por labores culturales (Blancard, 2000).

De acuerdo con Rodríguez (2010), puesto que la bacteria se transmite fácilmente por semilla, cuando se siembran semillas infectadas y si hay humedad relativa por arriba del 80 % y temperaturas entre 13 y 26 °C, con una óptima de 20 °C, la enfermedad se presenta por la noche, y preferentemente cuando hay condensación de agua en el follaje, apreciándose los exudados bacterianos y se corre el riesgo de que la bacteria se disperse y aún más con la presencia de lluvia. Además, a 32 °C la bacteria puede seguir infectando y colonizando los tejidos, pero los síntomas son diferentes o pasan desapercibidos. De las hojas y raíces enfermas, el patógeno llega tanto al suelo como a la rizósfera de malezas, de donde puede infectar nuevas siembras de jitomate o plantas voluntarias ó puede sobrevivir directamente en el suelo o en residuos vegetales enfermos para luego dar paso a una siguiente infección en cuanto encuentre las condiciones favorables.

2.5.3.5 Manejo integrado

Blancard (2000) y Rodríguez (2010), mencionaron que no existe un medio de lucha verdaderamente curativo; sin embargo se pueden llevar a cabo medidas para evitar o reducir su ataque, tales como eliminar residuos de cosecha, durante o al final del ciclo productivo, eliminar plantas voluntarias y malezas, además de evitar riego por aspersión, realizar la rotación de cultivos, y sobre todo, evitar el uso de semilla contaminada.

Si hay las condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad se puede realizar aplicaciones preventivas con Agriphage[®], derivados de cobre y antibióticos como estreptomicina, gentamicina y kasugamicina, no obstante hay cepas resistentes. Se ha encontrado que mojar las plantas con una mezcla de fungicidas

cúpricos con ditiocarbamatos (zineb, maneb o mancozeb), reduce el desarrollo de la bacteria. Últimamente se ha probado la acción curativa del silicato de sodio sin diluir y en soluciones al 10 % (Rodríguez, 2010).

2.5.4 Pudrición de médula o médula negra (*Pseudomonas corrugata* ex Scarlett)

2.5.4.1 Clasificación taxonómica

De acuerdo al CAB Internacional (2011), se establece la siguiente clasificación taxonómica:

Dominio: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Pseudomonadales

Familia: Pseudomonadaceae

Género: *Pseudomonas*

2.5.4.2 Distribución e importancia económica

La pudrición de la médula fue estudiada por vez primera en Inglaterra en 1978 por Scarlett, desde entonces se ha descrito en Nueva Zelanda, Dinamarca, Alemania, Italia, África, Turquía, Estados Unidos y México. Esta enfermedad se puede presentar tanto en cultivos en invernadero como en cultivos a campo abierto, aunque los daños más fuertes se han reportado en cultivos bajo cubierta (Rodríguez, 2010; Blancard, 2000).

2.5.4.3 Síntomas y daños

De acuerdo con Rodríguez (2010) y Sánchez (1998), los síntomas foliares pueden ser desde un achaparramiento de las plantas, así como una clorosis de las hojas

jóvenes, seguida de una marchitez. Los raquis de estas hojas presentan deformaciones o lesiones hundidas de un color verde oscuro, ó pueden desarrollarse manchas o bandas oscuras a lo largo del raquis, las cuales no siempre aparecen. En estado avanzado se pueden observar proliferación de primordios o raíces adventicias en distintas partes a lo largo del tallo, siendo más comunes cerca de la base del tallo.

Sin embargo, el síntoma primordial es la necrosis y pudrición de la médula, la cual se puede observar al hacer un corte transversal del tallo. Este síntoma puede variar en intensidad, dependiendo del estado de susceptibilidad de la planta y del estado de desarrollo de la enfermedad, pudiéndose observar el síntoma como un simple oscurecimiento de ciertas partes de la médula ó hasta la degradación total de este tejido, provocando en su lugar un ahuecamiento del tallo de color café oscuro. Las plantas finalmente mueren o quedan vegetando muy lentamente con expresión de síntomas leves (Rodríguez, 2010; Cepeda, 2009).

2.5.4.4 Ciclo biológico y epidemiología

Esta bacteria se trasmite fácilmente por semilla, lo cual representa uno de los factores más importantes para su diseminación y persistencia, además de diseminarse a través de agua de riego (Romero, 2007).

Cuando se establecen semillas infectadas y existen condiciones de humedad relativa alta así como temperatura frescas entre 18 a 24 °C, combinada con una fertilización nitrogenada en exceso, la enfermedad se desarrolla rápidamente y de las lesiones en los tallos emanan exudados bacterianos de donde el patógeno puede dispersarse al resto de la plantación, ya sea, por medio de podas, heridas mecánicas y/o herramientas de trabajo. Estos síntomas con frecuencia ocurren cuando los primeros frutos están llegando a madurez fisiológica. Aparentemente, esta bacteria puede ser aislada del sistema radical (Rodríguez, 2010; Cepeda, 2009).

2.5.4.5 Manejo integrado

Rodríguez (2010), así como Ramírez y Sainz (2006), mencionaron que es imposible el control químico, puesto que no se conoce ingrediente activo contra la bacteria. Sin embargo, sugieren medidas de control, tales como evitar el desarrollo vigoroso de las plantas disminuyendo la fertilización nitrogenada y aumentando la fertilización a base de potasio, ya que con esto se modera el crecimiento en grosor de los tallos que, en definitiva, parece ser el factor más importante de susceptibilidad. Es recomendable además, tener un manejo adecuado del riego, y más si se realiza en aspersión; así como la eliminación de residuos de cosecha y plantas afectadas, además de la aplicación preventiva de fosfonatos, productos a base de mezcla de ácido ascórbico, láctico y cítrico, para activar mecanismos de defensa de las plantas.

2.5.5 Marchitez de las solanáceas (*Ralstonia solanacearum* Raza 1 Smith)

2.5.5.1 Clasificación taxonómica

De acuerdo al CAB Internacional (2011), se establece la siguiente clasificación taxonómica:

Dominio: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Betaproteobacteria

Orden: Burkholderiales

Familia: Ralstoniaceae

Género: *Ralstonia*

2.5.5.2 Distribución e importancia económica

Rodríguez (2010), señaló que la marchitez de las solanáceas, también conocida como marchitez bacteriana, es una enfermedad severamente destructiva a nivel en todas las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo, donde ha

llegado a causar pérdidas superiores al 50 %, sobre todo, en aquellas regiones agrícolas dedicadas a la producción de semilla, ya que la tolerancia es cero.

Esta bacteria tiene un amplio rango de hospedantes que incluyen más de 200 especies de plantas, entre las que se encuentran especies solanáceas como el jitomate, chile, papa, berenjena y tabaco (Perea *et al.*, 2011). Los cultivos de jitomate, berenjena y chile, en ese orden, son los más susceptibles (Rodríguez, 2010).

2.5.5.3 Síntomas y daños

Cepeda (2009) y Rodríguez (2010), mencionaron que los peciolo muestran epinastia y en los tallos se pueden observar inicialmente un desarrollo de primordios de raíces adventicias, y generalmente el sistema radicular se pudre y la planta muere. Al cortar el tallo de una planta marchita, a la altura del suelo, los haces vasculares son de color café rojizo y cuando se presiona, emana un exudado blanco-grisáceo, además que, en etapas avanzadas la médula puede tener una apariencia acuosa y de color oscuro.

2.5.5.4 Ciclo biológico y epidemiología

De acuerdo con Rodríguez (2010), la Raza 1 es la que ataca a la mayoría de las solanáceas y a otras especies de familias botánicas diferentes como el frijol y la soya. *R. solanacearum* crece óptimamente a temperaturas del ambiente entre 35 a 37 °C, a 25 °C en el suelo y con humedad relativa elevada; además de prosperar en suelos arcillosos y alcalinos, aunque se ha encontrado en suelos arenosos y limosos.

Se disemina al trasplantar plántulas de almácigos infectados, por el salpicado de las gotas de lluvia y por el escurrimiento del agua de riego (Cepeda, 2009). Al inicio, la invasión ocurre a través de heridas en la raíz, provocadas por nematodos

e insectos, equipo de labranza, por el punto de inserción de las raíces secundarias o simplemente por el contacto entre raíces sanas y enfermas. Posteriormente, ocurre la colonización del sistema vascular, y una vez que alcanza los vasos del xilema se transporta a través de ellos, causando el taponamiento y marchitez de la planta. La bacteria regresa al suelo a través de las raíces y puede sobrevivir en restos de cosecha hasta por cinco años, además de estar asociada a otros hospederos o plantas voluntarias (Rodríguez, 2010; Tlapal, 2008).

R. solanacearum puede ser diseminada a nuevas áreas mediante plántulas de jitomate y chile infectadas, tubérculos de papa, suelo infestado, por el agua de riego, equipo agrícola, personal y por los medios de transporte (Rodríguez, 2010; Sánchez, 1998).

2.5.5.5 Manejo integrado

Cepeda (2009) y Tlapal (2008), recomendaron realizar la rotación de cultivos por uno o más años, con crucíferas, cucurbitáceas o leguminosas, evitando cualquier solanácea; además de recurrir a la solarización por lo menos durante dos meses. Es importante la eliminación de plantas enfermas apenas se detecten en el cultivo, así como de los residuos de cosecha, y estar al pendiente de la emergencia de plantas voluntarias, para eliminarlas en cuanto aparezcan, además de tener un control adecuado de malezas.

Es muy importante asegurar que el agua de riego esté libre del patógeno (Perea *et al.*, 2011); realizar la desinfección de herramientas de trabajo, ropa y calzado del personal con hipoclorito de sodio en proporción 1:4 (cloro:agua) ó con formalina al 38 %; pero sobre todo, utilizar plántula sana (Rodríguez, 2010).

También es recomendable la aplicación de enmiendas orgánicas a base de desperdicios de camarón seco en polvo al 0.8 % p/p; además de realizar el control de nematodos y plagas del suelo. Se ha observado que el tratar el suelo con

fumigantes reduce la incidencia; así como la incorporación de sulfuro de calcio y reducir el pH del suelo para bajar la población bacteriana. La aplicación foliar de antibióticos como estreptomicina y terramicina, pueden disminuir la infección. Comercialmente, ha salido al mercado un biopesticida (PSSOL[®]), a base de una cepa no virulenta de *R. solanacearum* (Rodríguez, 2010).

2.6 Enfermedades causadas por nematodos en el cultivo de jitomate

De acuerdo con Cepeda (1983), el género *Meloidogyne* es el más importante en el cultivo de jitomate, así como en otras hortalizas; aunque puede ser afectado por otras especies de géneros como *Globodera* spp., *Heterodera* spp., *Pratylenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Nacobbus aberrans*, *Dorylaimus* sp., *Aphelenchus* sp., entre otros de menor importancia.

2.6.1 Nemátodo agallador (*Meloidogyne* spp. Goeldi)

2.6.1.1 Clasificación taxonómica

Maggenti *et al.*, (1987), establece la siguiente clasificación taxonómica:

Phyllum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Tylenchida

Suborden: Tylenchina

Superfamilia: Hetroderoidea

Familia: Meliodogynidae

Subfamilia: Meloidogyninae

Género: *Meloidogyne*

2.6.1.2 Distribución e importancia económica

Las especies más comunes, económicamente importantes y causantes del 90 % de daño en cultivos agrícolas, a nivel mundial, son: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla* (Eisenback *et al.*, 1983).

De acuerdo con Cepeda (1996), en México, *M. incognita* está presente en los estados de Baja California, Coahuila, Durango, Guanajuato, Guerrero, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz, en donde provoca daños a cultivos de algodón, cacahuate, cafeto, calabaza, chayote, chile, frijol, garbanzo, jitomate, sandía, melón, papa, papayo, pepino, plátano, tabaco, tomate, vid y otros.

En México, los daños causados en el cultivo de jitomate por esta especie, se calculó hace diez años que oscilan entre 30 y 100 %, dependiendo de la población inicial (Cepeda, 2009).

2.6.1.3 Síntomas y daños

Las especies de *Meloidogyne*, causan la formación de células gigantes y agallas, además de provocar en las raíces muy infestadas, el acortamiento y la disminución de raíces laterales y el desarrollo de escasos pelos radicales (Cepeda, 1996). Las agallas causadas por *Meloidogyne* tienen un diámetro de dos o tres veces mayor al de las raíces sanas, pueden existir lesiones, manchas necróticas y/o zonas podridas (Marbán-Mendoza y Ávila, 2004)

Al romperse los elementos vasculares en las agallas, se interrumpe en forma mecánica el flujo de agua y nutrientes. Fisiológicamente, debido a estos daños, se induce un aumento en la producción de proteínas en las agallas y un mal funcionamiento de los reguladores de crecimiento entre las raíces y tallos. Estos

cambios fisiológicos contribuyen a la reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas (Cepeda, 1996); lo cual se ve incrementado con la interacción de estos microorganismos con otros hongos patógenos como *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Curvularia* y la bacteria *Pseudomonas agrobacterium* (Porter y Powell, 1967).

2.6.1.4 Ciclo biológico y epidemiología

De acuerdo con Agrios (2010) y Cepeda (2009), en el cultivo de jitomate, el número anual de generaciones de *M. incognita* varía de acuerdo con la temperatura y humedad; bajo regiones de temperaturas de 26 a 34 °C el ciclo vital puede cumplirse en cuatro o seis semanas. En este lapso el nematodo pasa por distintas etapas de desarrollo que están asociadas también con su comportamiento infectivo, tales como la etapa preinfectiva, etapa parasítica y fase adulta.

En lo que respecta a la etapa preinfectiva, el desarrollo del cigoto empieza pocas horas después de la ovoposición, hasta observarse el primer juvenil completamente en desarrollo y en movimiento dentro del huevo y ya con un estilete móvil y visible. Dentro del mismo huevo tiene lugar la primera muda (Cepeda, 1996).

Durante la etapa parasítica, aproximadamente diez días después de la ovoposición, ocurre la ecdisis del huevo y si las condiciones ambientales son favorables se lleva a cabo una muda que da lugar al segundo juvenil (Montes, 1988); y sólo hasta entonces ocurre la ruptura del huevo, quedando el juvenil del segundo estadio libre en el suelo. La infectividad del segundo juvenil depende de la temperatura ambiental, aireación, humedad, densidad del suelo y la distancia entre el juvenil y la raíz. Cuando se completan la segunda y tercera mudas en las

hembras juveniles, el estilete y el bulbo medio esofágico desaparecen (Marban-Mendoza y Ávila, 2004).

Con respecto a la fase adulta, después de la cuarta muda, en ambos sexos el estilete y el bulbo medio son regenerados y en la hembra se forma el útero, la vagina y el patrón perineal que se hacen visibles. En los machos después de la segunda y tercera muda, el estilete no es muy visible, el bulbo medio se ha degenerado y sólo las gónadas se han alargado; el esófago, bulbo medio, espículas y espermatozoides, se encuentran presentes y visibles al microscopio compuesto (Agrios, 2010; Cepeda, 2009).

2.6.1.5 Manejo integrado

De acuerdo con Cepeda (1996), lo más importante es practicar el barbecho de dos a cuatro semanas durante la estación seca, para exponer los estadios juveniles a la desecación. Es recomendable inundar las parcelas, establecer cultivos trampa, realizar la rotación de cultivos con maíz, trigo, frijol, tabaco y soya, de dos a tres años, así como regularizar cuarentenas para prohibir la introducción y movilización de semilla afectadas y practicar la solarización del suelo.

Con respecto al control biológico, a la fecha el agente bacterial más conocido es *Bacillus penetrans*, y con base a pruebas *in vitro* con nemátodos depredadores como *Mononchus* spp., *Mononchoides* spp., *Butleria* spp., *Anathonchus* spp., *Diplogaster* spp., y *Discolaimus* spp., que atacan a larvas de varios estadios. En cuanto a hongos antagónicos, se ha demostrado el control con *Arthrobotrys irregularis* y *Paecilomyces lilacinus* en jitomate y papa (Cayrol, 1989); además de otros hongos como *Dactylaria candida*, *Dactylella oviparasita*, *Phoma macrostoma*, *Verticillium lamellicola* y *Xenokylindria obovata* (Cepeda, 1983).

En cuanto al control químico, Cepeda (1996), recomienda la aplicación de nematicidas fumigantes como el isotiocianato de metilo e hidrocarburos halogenados, así como dibromuro de etileno, dibromocloropropano, pentacloronitrobenceno y el bromuro de metilo; además de nematicidas no fumigantes como carbofuran y terbufos I y II (Cid del Prado y Cristóbal, 2001).

2.7 Enfermedades virales en el cultivo de jitomate

De acuerdo con Anaya (1992), las principales enfermedades virales en el cultivo del jitomate son: Virus del bronceado o marchitez manchada del tomate, *Tomato spotted wilt virus* (TSWV); Virus del rizado amarillo del tomate, *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV); Virus del mosaico del tomate, *Tomato mosaic virus* (TOMV); Virus del mosaico del pepino, *Cucumber mosaic virus* (CMV); Virus Y de la papa, *Potato Virus Y* (PVY); Virus de la mancha anular del tomate, *Tomato ring spot virus* (ToRSV); entre otros.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

El experimento se estableció en el Ejido “La Alborada” en el municipio de Atlatlahucan, Morelos; el cual se encuentra ubicado geográficamente entre los 18° 56” LN y 98° 54” LW, con una altitud de 1,656 msnm. Este sitio presenta una temperatura media anual de 20.3 °C, con mínima anual de 11.3 °C, una máxima anual de 29.4 °C y una precipitación anual de 894 mm (SMN, 2012); el tipo de clima es A(C)w₁”(w)ig, considerado como semicálido con lluvias en verano y con presencia de canícula (García, 1982).

3.2 Material vegetal y Manejo agronómico

Este experimento se estableció en condiciones de temporal en el ciclo agrícola Primavera-Verano del 2011; realizándose el trasplante el 02 de julio, y estableciéndose una densidad de población de alrededor de 23, 000 plantas por hectárea.

Se utilizó la variedad comercial Pony Express F1 de la empresa Harris Moran, jitomate tipo saladete, de hábito determinado y con cierta resistencia a *Fusarium* sp., el cual es uno de los principales problemas sanitarios en la zona de producción, además, de acuerdo con lo que comenta el productor (Sr. Joel Carmona) es una variedad que muestra buen rendimiento, es de ciclo corto (75 días aproximadamente) y además reúne las características de calidad que buscan los productores como: tamaño, forma, consistencia y buen color.

Se realizó una fertilización de fondo convencional con Urea y Superfosfato de Calcio Simple en mezcla con Counter[®] 5 G (terbufos), para posteriormente cerrar y

preparar camas de cultivo y acolchar con plástico plateado/negro. Se realizó previamente un análisis de suelo para disponer durante todo el ciclo productivo de un paquete nutricional propuesto por la empresa Cosmocel®.

En cuanto al manejo de insectos plaga y en particular de enfermedades, las aplicaciones de plaguicidas químico y orgánico-biológico se realizaron semanal y/o quincenalmente ó dependiendo de las condiciones climáticas presentes, y con base al monitoreo semanal del cultivo.

3.3 Tratamientos

Se dispuso de cuatro tratamientos ó paquetes de plaguicidas para el manejo de enfermedades bacterianas y fungosas durante el ciclo del cultivo, así como un testigo absoluto.

Las aplicaciones de estos fungicidas y bactericidas se realizaron de manera semanal y/o quincenalmente, o dependiendo de las condiciones ambientales presentes y con base al monitoreo de la enfermedad en cada fecha de evaluación previa; realizando a lo largo del desarrollo del cultivo un total de diez fechas de aplicaciones.

3.3.1 Manejo con plaguicidas patentados. En el cuadro 1, se muestran los diferentes plaguicidas de patente, empleados a lo largo del experimento e indicando el nombre comercial del producto, su ingrediente activo, así como el número y fecha de sus aplicaciones y la dosis comercial de los mismos.

Cuadro 1. Tratamiento con fungicidas y bactericidas patentados para el manejo de enfermedades presentes en el cultivo de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.

Número de aplicación	Fecha de aplicación	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis comercial (por ha)
1	09 de jul.	PREVICUR ENERGY BAVISTIN	fosetil-al + propamocarb carbendazim	2.5 L 150 g/100 L agua
2	20 de jul.	PREVICUR ENERGY BAVISTIN BACTROL 2X	fosetil-al + propamocarb carbendazim estreptomycin + oxitetracycline	2.5 L 150 g/100 L agua 60 g/100 L agua
3	30 de jul.	RIDOMIL GOLD BRAVO AGRY-GENT PLUS 800 CUPRAVIT HIDRO CERCOBIN M	metalaxil N + clorotalonil gentamicin + oxitetracycline hydroxide cupric thiophanate methyl	3 L 1600g/400 L agua 3 kg 1 kg
4	06 de ago.	RIDOMIL GOLD BRAVO CUPRAVIT HIDRO	metalaxil N + clorotalonil hydroxide cupric	3 L 3 kg
5	13 de ago.	PREVICUR ENERGY BACTROL 2X CUPRAVIT HIDRO TILT	fosetil-al + propamocarb estreptomycin + oxitetracycline hydroxide cupric propiconazole	2.5 L 60 g/100 L agua 3 kg 0.5 L
6	20 de ago.	CURZATE M-8 CERCOBIN M TILT	mancozeb + cymoxanil thiophanate methyl propiconazole	2.5 kg 1 kg 0.5 L
7	27 de ago.	RIDOMIL GOLD BRAVO CUPRAVIT HIDRO AGRY-GENT PLUS 800	metalaxil N + clorotalonil hydroxide cupric gentamicin + oxitetracycline	3 L 3 kg 1600g/400 L agua
8	03 de sep.	AMISTAR GOLD CURZATE M-8 CUPRAVIT HIDRO AGRY-GENT PLUS 800	azoxystrobin + difenoconazole mancozeb + cymoxanil hydroxide cupric gentamicin + oxitetracycline	0.5 L 2.5 kg 3 kg 1600g/400 L agua
9	10 de sep.	AMISTAR GOLD RIDOMIL GOLD BRAVO AGRY-GENT PLUS 800	azoxystrobin + difenoconazole metalaxil N + clorotalonil gentamicin + oxitetracycline	0.5 L 3 L 1600g/400 L agua
10	24 de sep.	AMISTAR GOLD CURZATE M-8	azoxystrobin + difenoconazole mancozeb + cymoxanil	0.5 L 2.5 kg

3.3.2 Manejo con plaguicidas genéricos. En el cuadro 2, se muestran los diferentes plaguicidas genéricos empleados a lo largo del ciclo del cultivo; indicando el nombre comercial del producto, su ingrediente activo, así como el número y fecha de sus aplicaciones y la dosis comercial empleada.

Cuadro 2. Tratamiento con fungicidas y bactericidas genéricos para el manejo de enfermedades presentes en el cultivo de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.

Número de aplicación	Fecha de aplicación	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis comercial (por ha)
1	09 de jul.	PROPLANT 720 ALLEATO PROZYCAR 50	propamocarb fosetil-al carbendazim	2 L 3 kg 90g/100 L agua
2	20 de jul.	PROPLANT 720 ALLEATO PROZYCAR 50 INTERMICINA AGRIC	propamocarb fosetil-al carbendazim oxitetraciclina	2 L 3 kg 90g/100 L agua 400g/100 L agua
3	30 de jul.	RIDOTANIL STREPTO 100 OXICOB 85 METIL TIOFANATO	metalaxil N + clorotalonil estreptomycin + oxitetraciclina oxicloruro de cobre tiofanato metílico	3 kg 70g/100 L agua 3 kg 1 kg
4	06 de ago.	RIDOTANIL OXICOB 85	metalaxil N + clorotalonil oxicloruro de cobre	3 kg 3 kg
5	13 de ago.	PROPLANT 720 ALLEATO STREPTO 100 OXICOB 85 BOOM 25	propamocarb fosetilo estreptomycin + oxitetraciclina oxicloruro de cobre propiconazol	2 L 3 kg 70g/100 L agua 3 kg 0.5 L
6	20 de ago.	K3 METIL TIOFANATO BOOM 25	mancozeb+cymoxanil+hidróx de cobre tiofanato metílico propiconazol	3 kg 1 kg 0.5 L
7	27 de ago.	RIDOTANIL OXICOB 85 STREPTO 100	metalaxil N + clorotalonil oxicloruro de cobre estreptomycin + oxitetraciclina	3 kg 3 kg 70g/100 L agua
8	03 de sep.	BOOM 25 K3 STREPTO 100	propiconazol mancozeb+cymoxanil+hidróx de cobre estreptomycin + oxitetraciclina	0.5 L 3 kg 70g/100 L agua
9	10 de sep.	BOOM 25 RIDOTANIL STREPTO 100	propiconazol metalaxil N + clorotalonil estreptomycin + oxitetraciclina	0.5 L 3 kg 70g/100 L agua
10	24 de sep.	BOOM 25 K3	propiconazol mancozeb+cymoxanil+hidróx de cobre	0.5 L 3 kg

3.3.3 Manejo con plaguicidas orgánico-biológicos. En el cuadro 3, se muestran los diferentes plaguicidas de tipo orgánico-biológico que se aplicaron a lo largo del ciclo del cultivo; indicando el nombre comercial del producto, su ingrediente activo, así como el número y fecha de sus aplicaciones y la dosis comercial de los mismos.

Cuadro 3. Tratamiento con fungicidas y bactericidas de origen orgánico-biológico, para el manejo de enfermedades presentes en el cultivo de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.

Número de aplicación	Fecha de aplicación	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis comercial
1	09 de jul.	DEFENSE BIO DEFENSE AX	<i>Trichoderma</i> sp.+ materia orgánica como sustrato Fósforo + potasio + extractos orgánicos	100 ml/L agua 3 ml/L agua
2	20 de jul.	DEFENSE BIO DEFENSE AX ANIBAC 580	<i>Trichoderma</i> sp.+ materia orgánica como sustrato Fósforo + potasio + extractos orgánicos Sales cuaternarias de amonio	100 ml/L 3 ml/L 0.5 L/200 L agua
3	30 de jul.	PHC T-22 ANIBAC 580	<i>Trichoderma harzianum</i> Sales cuaternarias de amonio	1.5 g/L agua 0.5 L/200 L agua
4	06 de ago.	PHC T-22 ANIBAC 580 PROGRANIC MEGA	<i>Trichoderma harzianum</i> Sales cuaternarias de amonio Extracto de <i>Larrea tridentata</i>	1.5 g/L agua 0.5 L/200 L agua 2 L/200 L agua
5	13 de ago.	PHC T-22 ANIBAC 580 DEFENSE AX PROGRANIC MEGA	<i>Trichoderma harzianum</i> Sales cuaternarias de amonio Fósforo + potasio + extractos orgánicos Extracto de <i>Larrea tridentata</i>	1.5 g/L agua 0.5 L/200 L agua 3 ml/L agua 2 L/200 L agua
6	20 de ago.	BIOPAK-F PROGRANIC MEGA ORGANOBAC	1. <i>Bacillus</i> spp.+ <i>Streptomyces</i> spp.+ <i>Trichoderma</i> spp.+ <i>Pseudomonas</i> spp.+ <i>Gliocladium</i> sp.+polietilenglicol+extractos de algas marinas+ác. húmicos+extractos de <i>Yucca schidiguera</i> . 2.Extracto de <i>Larrea tridentata</i> . 3.Extractos de propóleo y plantas tropicales+aceites de especies marinas, de plantas desérticas y aromáticas+aminosacáridos y salicilatos+terpenos, alcaloides, fenoles+saponinas+esteroides +enzimas y hormonas.	0.5 kg/200 L agua 2 L/200 L agua 0.5 L/200 L agua
7	27 de ago.	BIOPAK-F ORGANOBAC DEFENSE AX SERENADE MAX	1. <i>Bacillus</i> spp.+ <i>Streptomyces</i> spp.+ <i>Trichoderma</i> spp.+ <i>Pseudomonas</i> spp.+ <i>Gliocladium</i> sp.+polietilenglicol+extractos de algas marinas+ác. húmicos+extractos de <i>Yucca schidiguera</i> . 2.Extractos de propóleo y plantas tropicales+aceites de especies marinas, de plantas desérticas y aromáticas+aminosacáridos y salicilatos+terpenos, alcaloides, fenoles+saponinas+esteroides+ enzimas y hormonas. 3.Fósforo + potasio + extractos orgánicos. 4. <i>Bacillus subtilis</i> QST 713.	0.5 kg/200 L agua 0.5 L/200 L agua 3 ml/L agua 5 kg/ha

8	03 de sep.	SERENADE MAX ORGANOBAC DEFENSE AX	1. <i>Bacillus subtilis</i> QST 713. 2.Extractos de propóleo y plantas tropicales+aceites de especies marinas, de plantas desérticas y aromáticas+aminosacáridos y salicilatos+terpenos, alcaloides, fenoles+saponinas+esteroides+enzimas y hormonas. 3.Fósforo + potasio + extractos orgánicos.	5 kg/ ha 0.5 L/200 L agua 3 ml/L agua
9	10 de sep.	ANIBAC 580 SERENADE MAX ORGANOBAC	1.Sales cuaternarias de amonio. 2. <i>Bacillus subtilis</i> QST 713. 3.Extractos de propóleo y plantas tropicales+aceites de especies marinas, de plantas desérticas y aromáticas+aminosacáridos y salicilatos+terpenos, alcaloides, fenoles+saponinas+esteroides+enzimas y hormonas.	0.5 L/200 L agua 5 kg/ha 0.5 L/200 L agua
10	24 de sep.	ORGANOBAC PROGRANIC MEGA	1.Extractos de propóleo y plantas tropicales+aceites de especies marinas, de plantas desérticas y aromáticas+aminosacáridos y salicilatos+terpenos, alcaloides, fenoles+saponinas+esteroides+enzimas y hormonas. 2.Extracto de <i>Larrea tridentata</i> .	0.5 L/200 L agua 2 L/200 L agua

3.3.4 Manejo convencional. Este tratamiento lo llevó a cabo el productor cooperante con base a su propia experiencia a lo largo de varios años de dedicarse a la producción de jitomate a campo abierto, además de la asesoría brindada por ingenieros agrónomos con experiencia de la zona productora. En el cuadro 4, se muestra el número y la fecha de aplicación, nombre comercial del producto, su ingrediente activo y la dosis comercial que el productor empleó.

3.3.5 Testigo absoluto. Se planteó un tratamiento en el cual no se realizó ninguna aplicación de plaguicidas para el manejo de enfermedades presentadas a lo largo del ciclo del cultivo, para poder comparar con los otros cuatro tratamientos.

Para llevar a cabo la aplicación de los tratamientos, se utilizó una aspersora de mochila manual marca SOLO® con una boquilla de cuatro puntos, previa calibración del equipo con un gasto de 295 L de agua por hectárea para las aplicaciones foliares; mientras que para las aplicaciones en “drench” se manejó un gasto de 723 L de agua. Tanto para los tres primeros paquetes de manejo, así

como para el manejo realizado por el productor, se empleó la dosis comercial de los productos aplicados en cada uno de los tratamientos establecidos.

Cuadro 4. Tratamiento convencional realizado por el productor, para el manejo de enfermedades presentes en el cultivo de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.

Número de aplicación	Fecha de aplicación	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis comercial (por ha)
1	05 de jul.	PREVICUR ENERGY CERCOBIN	propamocarb + fosetil-al tiofanato metílico	2.5 L 1 kg
2	12 de jul.	PREVICUR ENERGY KASUMIN	propamocarb + fosetil-al kasugamicina	2.5 L 2 L
3	19 de jul.	KASUMIN CERCOBIN	kasugamicina tiofanato metílico	2 L 1 kg
4	22 de jul.	KASUMIN MANZATE 200	kasugamicina mancozeb	2 L 1-4 kg/ha
5	27 de jul.	CONSENTO CUPRAVIT HIDRO MANZATE 200	fenamidona + propamocarb hidróxido cúprico mancozeb	2 L 3 kg 1-4 kg/ha
6	06 de ago.	CONSENTO KASUMIN CABRIO C CUPRAVIT HIDRO	fenamidona + propamocarb kasugamicina pyraclostrobin + boscalid hidróxido cúprico	2 L 2 L 0.7 kg 3 kg
7	13 de ago.	MANZATE 200 KASUMIN CABRIO C	mancozeb kasugamicina pyraclostrobin + boscalid	1-4 kg/ha 2 L 0.7 kg
8	18 de ago.	MANZATE 200 KASUMIN CAPTAN ULTRA	mancozeb kasugamicina captan	1-4 kg/ha 2 L 2.5 kg
9	23 de ago.	ACROBAT CT AGRYGENT PLUS 800 CAPTAN ULTRA	dimetomorf + clorotalonil gentamicina + oxitetraciclina captan	2.5 L 1600 g/400 L agua 2.5 kg
10	03 de sep.	ACROBAT CT AGRYGENT PLUS 800 CABRIO C	dimetomorf + clorotalonil gentamicina + oxitetraciclina pyraclostrobin + boscalid	2.5 L 1600 g/400 L agua 0.7 kg
11	08 de sep.	ACROBAT MZ AGRYGENT PLUS 800 CABRIO C	dimetomorf + mancozeb gentamicina + oxitetraciclina pyraclostrobin + boscalid	2.5 kg 1600 g/400 L agua 0.7 kg
12	18 de sep	ACROBAT MZ AGRYGENT PLUS 800 CABRIO C	dimetomorf + mancozeb gentamicina + oxitetraciclina pyraclostrobin + boscalid	2.5 kg 1600 g/400 L agua 0.7 kg

3.4 Unidad y diseño experimental

La unidad experimental fue de 133 m² aproximadamente, constituida por siete surcos de 13.5 m de longitud distanciados a 1.4 m.; y con una distancia entre plantas de 30 cm a una sola hilera, lo que permitió la densidad de población antes mencionada; y trabajar en una parcela experimental con una superficie total de 2000 m², aproximadamente.

Por cada unidad experimental, se eligieron y etiquetaron al azar diez plantas ó diez hojas en su caso, de acuerdo a la enfermedad presente, para realizar las evaluaciones correspondientes de daño o severidad e incidencia de cada una de las enfermedades.

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones como se observa en el cuadro 5.

Cuadro 5. Diseño y arreglo de los tratamientos utilizados en el experimento de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III
T1	T3	T2
T2	T1	T3
T3	T2	T1
T4	T4	T4
T5	T5	T5

T1: manejo de enfermedades con productos patentados; T2: manejo de enfermedades con productos genéricos; T3: manejo de enfermedades con productos orgánico-biológico; T4: Manejo convencional de enfermedades por el productor; T5: Testigo absoluto.

3.5 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron:

- *Incidencia (INC) de la enfermedad:* Se consideró como el número de plantas u hojas con síntomas típicos de la enfermedad con respecto al

número total de plantas u hojas evaluadas (diez plantas o diez hojas) por unidad experimental. Se expresó en porcentaje.

- *Severidad (SEV) de la enfermedad:* Se emplearon diferentes escalas visuales de evaluación de daño (Cuadro 9A - 14A). Los índices de severidad se transformaron a porcentaje de infección mediante la fórmula de Townsend y Heuberger (Nieto *et al.*, 2001), para determinar el grado de infección de las enfermedades:

$$P = \frac{\sum (n \times v)}{\text{Categoría mayor} \times N} \times 100$$

Donde:

P= grado de infección

n= número de hojas por cada clase en la escala

v= valor numérico de cada clase

N= número total de hojas en la muestra

- *Rendimiento (REN):* Se expresó en kg/planta y ton'ha⁻¹. Se determinó en campo a partir de 95 días después del trasplante en un total de tres cortes semanales. Se contaron y pesaron los frutos cosechados de diez plantas por unidad experimental, con la ayuda de una báscula 5-H mecánica con cucharón de 5 kg. También se clasificaron los frutos de acuerdo a su calidad por calibre (primera: mayor a 200 g; segunda: de 150 a 200 g; tercera: menor de 150 g).

3.6. Evaluación de las variables en los tratamientos

Para la obtención de la incidencia y severidad de la enfermedad, se realizaron en total nueve evaluaciones, la primera desde la aparición de los síntomas de la

primera enfermedad; efectuada el 12 de julio (3 días después de la primera aplicación) y la última realizada el 24 de septiembre (14 días antes del primer corte), como se indica en el cuadro 6.

Estas evaluaciones se realizaron por la mañana, antes de iniciar las aplicaciones foliares o en “drench”, cuando hubo coincidencia de evaluaciones y aplicaciones de plaguicidas. Se utilizaron escalas de evaluación visual de la severidad de la enfermedad, propuestas y desarrolladas por investigadores en ésta zona productora y zonas cercanas a la misma (Cuadro 9A - 14A).

Cuadro 6. Cronograma de evaluaciones realizadas de la incidencia y severidad de enfermedades, en el experimento de jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. 2011.

Número de evaluación	Fecha	Número de evaluación	Fecha
1	12 de julio	6	20 de agosto
2	20 de julio	7	27 de agosto
3	30 de julio	8	10 de septiembre
4	06 de agosto	9	24 de septiembre
5	13 de agosto		

3.7 Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), usando el paquete de análisis estadístico SAS (versión 9.0). Además se utilizó el paquete de Excel (Office 2010) para graficar el comportamiento temporal de la severidad de las diferentes enfermedades evaluadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de varianza para enfermedades fungosas

Las enfermedades fungosas que se presentaron durante el ciclo del cultivo y que se diagnosticaron a nivel de campo fueron: damping off (*Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* sp.), tizón temprano (*A. solani*), tizón o marchitez sureña (*Sclerotium rolfsii*) y tizón tardío (*P. infestans*).

En lo que respecta a “Damping off” (*Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* sp.); no se observaron diferencias significativas entre tratamientos en incidencia y severidad después de tres fechas de evaluación (Cuadro 1A). Con estos resultados se puede señalar que el complejo “Damping off”, aunque es una de las enfermedades que puede causar grandes pérdidas en el cultivo si no se emplea plántula sana o si no se realiza un tratamiento pre o postrasplante; afortunadamente se dispone de ingredientes activos efectivos que logran reducir la incidencia y severidad de la enfermedad; la mayoría de ellos aplicados semanalmente y además de acompañarlos con un enraizador para lograr la pronta adaptación de la plántula a las condiciones de suelo en donde se desarrollará definitivamente.

De la misma manera, para el caso del tizón tardío (*Phytophthora infestans*), no se observaron diferencias significativas entre tratamientos en incidencia y severidad después de tres fechas de evaluación (Cuadro 2A). Esto se pudo deber a que las condiciones de humedad y temperatura presentes en la etapa de los dos a tres meses después del trasplante, no fueron las adecuadas, y así de esta manera no se favoreció del todo el desarrollo y disseminación de la infección, ocasionando que el poco inoculo presente se deshidratara; además que las aplicaciones preventivas de fungicidas de contacto lograron detener la infección en su etapa inicial.

Aunque es bien sabido que las pérdidas ocasionadas por tizón tardío en el cultivo de jitomate son de porcentajes considerables en cualquier región agrícola; y no por el hecho de que esta región productora se localice en una zona de transición y que no frecuentemente presente las condiciones de temperatura y humedad favorables para el desarrollo del tizón tardío; no hay que olvidar la importancia y ventaja que otorga el llevar a cabo un manejo preventivo de la enfermedad, como el realizado en este experimento con los diferentes tipos de fungicidas de contacto, independientemente si son de patente o genéricos.

Sin embargo, para el caso de tizón temprano (*Alternaria solani*), el análisis de varianza sí mostró diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre los diferentes tratamientos evaluados, tanto para incidencia como para severidad en la fecha de evaluación uno y nada más para severidad en la fecha seis; mientras que las diferencias significativas ($p \leq 0.05$) encontradas entre los diferentes tratamientos se observaron tanto para incidencia como para severidad en la fecha de evaluación dos y sólo para incidencia en la fecha seis (Cuadro 3A).

Las diferencias encontradas entre los tratamientos en la fecha de evaluación uno indicó que, apenas luego del mes del trasplante, en la etapa de inicio de floración, el cultivo fue susceptible al ataque del tizón temprano; además de la presencia de condiciones ambientales favorables, lo que reveló en este caso las diferencias en cuanto a efectividad en el control de los diferentes plaguicidas aplicados, ya sea preventiva o curativamente.

Las diferencias no encontradas para ninguna de las dos variables evaluadas en las fechas de evaluación tres a la cinco, se pudo deber a que los tratamientos fungicidas realizados en estas fechas y con anterioridad; tuvieron una buena efectividad en el control de la enfermedad, logrando detener por un tiempo la infección al no mostrarse estas diferencias, sino hasta la última fecha de evaluación, donde se volvieron a presentar las condiciones ambientales favorables que permitieron la reinfección de la enfermedad.

También para el caso del tizón sureño (*Sclerotium rolfsii*), el análisis de varianza mostró diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre tratamientos tanto para la incidencia como para la severidad en la fecha de evaluación uno y sólo para severidad en la fecha tres; mientras que las diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, se observaron en la fecha de evaluación dos para ambas variables y sólo para incidencia en la fecha tres (Cuadro 4A).

Se puede observar que esta enfermedad, se presentó a inicios de la floración y cuando la planta está en pleno desarrollo vigoroso tanto de área foliar como de tallos, volviéndose más susceptible al daño por *S. rolfsii*, y sumado a que no se cuenta con fungicidas autorizados para su manejo, de ahí que las diferencias encontradas se pueden deber a las diferentes recomendaciones y alternativas de manejo que el productor esté dispuesto a realizar.

4.2 Comparación de medias para enfermedades fungosas.

Como se señaló anteriormente, sólo para el caso de tizón temprano (*A. solani*) y tizón sureño (*S. rolfsii*) se encontraron diferencias significativas, por lo cual, a continuación se presentan sólo para estas dos enfermedades las pruebas de comparación de medias.

4.2.1 Tizón temprano (*Alternaria solani*).

En las comparaciones de medias, para tizón temprano (Cuadro 7), tras efectuarse seis fechas de evaluación (FE), se encontraron diferencias significativas para incidencia y severidad en las FE1, FE2 y FE6; observándose que en la FE1, tanto el manejo con fungicidas patentados y con genéricos fueron los que presentaron el menor porcentaje en cuanto a severidad e incidencia de la enfermedad (severidad menor al 1.7% e incidencia menor al 10%); lo cual podría indicar que estos dos paquetes de manejo aplicados a casi mes y medio del trasplante brindan buena

efectividad en aplicaciones preventivas. En la FE2, las diferencias significativas encontradas para las dos variables evaluadas, reflejaron que sólo las aplicaciones con plaguicidas patentados fueron los que presentaron el menor porcentaje de incidencia y severidad, permitiendo solo un 10 y 1.63%, respectivamente con respecto al testigo absoluto; en donde se observó que la incidencia y severidad del tizón temprano en el testigo, se incrementaron en 66.6 % y 10.5 %, respectivamente. Sin embargo, la enfermedad siguió avanzando para la FE3 hasta alcanzar un máximo de incidencia y severidad para la FE4, aún cuando no se observaran estadísticamente diferencias entre los tratamientos aplicados.

Es importante mencionar que, con estos niveles máximos de incidencia y severidad del tizón temprano en la FE4, aún cuando no se encontraron estadísticamente diferencias significativas, el tratamiento con productos patentados resultó en una menor severidad (18.2 %) aunque fue uno de los tratamientos con la mayor incidencia de la enfermedad. Sin embargo, cabe mencionar que estos niveles de infección no son deseables en ningún sistema de producción, debido a la facilidad en cuanto a cantidad de inóculo y a los medios de diseminación con los cuales la enfermedad puede seguir desarrollándose (Mendoza, 1999).

Debido a esta situación, se recomendó realizar la poda de hojas basales dañadas, así como las hojas de la parte media inferior que ya mostraban síntomas iniciales; eliminando desafortunadamente en esta práctica, las hojas que venían evaluándose fecha tras fecha; por lo que, las diferencias estadísticas encontradas en la FE6, en donde se observó que con el tratamiento orgánico-biológico se tuvo a los 83 días después del trasplante (ddt) la mejor efectividad en el manejo de la enfermedad; se atribuye a que las dos últimas evaluaciones (FE5 y FE6) se realizaron en hojas nuevas, por lo que para la FE6 se observó una incidencia y severidad del 10 % y 1.6 %, respectivamente.

Cuadro 7. Comparación de medias en seis fechas de evaluación para las variables severidad e incidencia del tizón temprano (*A. solani*) en jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.

TRATAMIENTO	Fecha 1		Fecha 2		Fecha 3		Fecha 4		Fecha 5		Fecha 6	
	(34 ddt)		(41 ddt)		(48 ddt)		(55 ddt)		(68 ddt)		(82 ddt)	
	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)
PATENTADOS	10.0 b ^z	1.6 b	10 b	1.63 b	76.66 a	17.76 a	90.0 a	18.2 a	26.67 a	4.4 a	20.0 ab	3.3 ab
GENÉRICOS	6.66 b	1.1 b	20 ab	3.3 ab	86.66 a	21.63 a	90.0 a	26.06a	26.67 a	4.53 a	26.66 ab	4.4 ab
ORG.-BIOL.	30.0 ab	4.96 a	26.67ab	4.43 ab	80.0 a	24.4 a	86.66a	27.2 a	23.33 a	4.4 a	10.0 b	1.6 b
PRODUCTOR	30.0 ab	4.96 a	33.33 ab	6.06 ab	73 33 a	22.2 a	86.66a	25.5 a	40.0 a	6.6 a	33.33 a	5.53 a
TESTIGO	40.0 a	6.3 a	66.67 ^a	10.53 a	83.33 a	21.63 a	90.0 a	28.3 a	33.33 a	7.2 a	36.66 a	6.6 a
Media	23.33	3.786	31.33	5.193	84	23.52	88.66	17.05	30	5.42	25.33	4.28
DMSH	21.234	3.354	48.722	8.044	30.03	13.951	23.6	11.285	39.221	7.339	22.448	3.369

ORG-BIOL: orgánico-biológico; ddt: días después del trasplante; INC: incidencia; SEV: severidad; DMSH: diferencia mínima significativa honesta; ^z Medias con letras iguales dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.05$).

Lo anterior se puede apreciar en la Figura 1, donde al graficar la severidad del tizón temprano en las seis fechas de evaluación; los tratamientos con productos de patente y genéricos ilustran una menor severidad en las FE1 y 2 (menor a 1.7 %) con respecto al testigo (mayor de 6 %). Mientras que en la FE6, después de haber realizado la poda de hojas afectadas y al evaluar hojas nuevas, el tratamiento con productos orgánico-biológico resultó en una menor severidad de la enfermedad (1.6 %) con respecto al testigo (6.6 %).

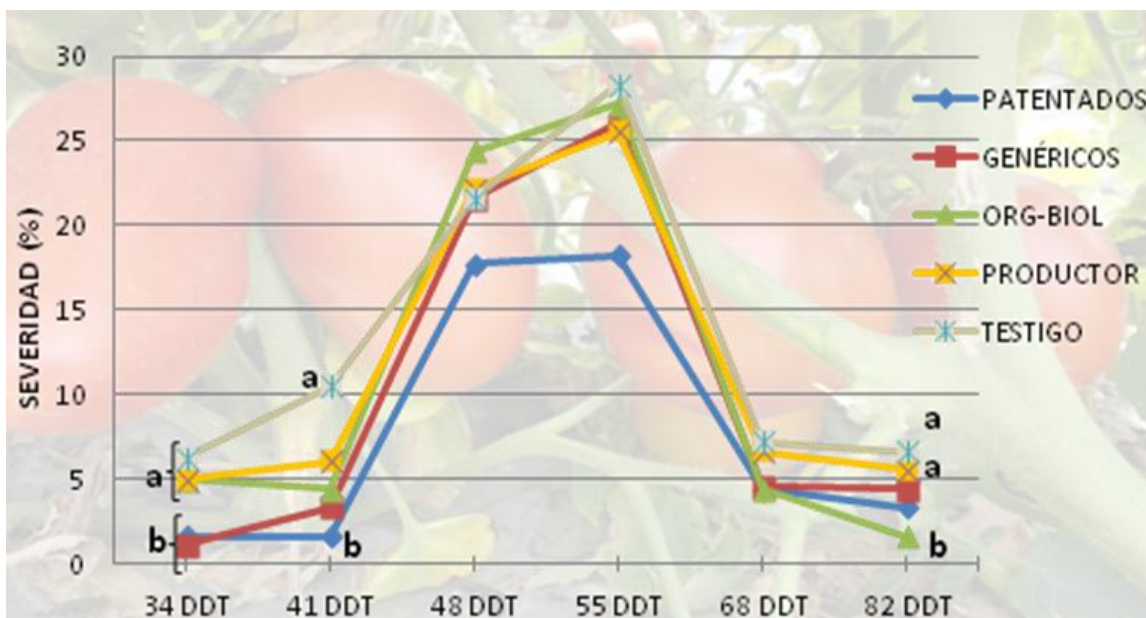


Figura 1. Severidad del tizón temprano (*A. solani*) durante seis fechas de evaluación en jitomate var. Pony Express a campo abierto, después de ocho aplicaciones y nueve por parte del productor en Atlatlahucan, Morelos.

4.2.2 Tizón sureño (*S. rolfii*)

Con respecto a *S. rolfii* (Cuadro 8), las diferencias significativas encontradas en las tres fechas de evaluación realizadas en todo el ciclo, muestran que con los productos patentados, genéricos y orgánico-biológico se tuvo una menor severidad (menor al 6 %) en relación al testigo, el cual presentó al final de la FE3 una severidad de 25.8 %, y con estos niveles de severidad, la infección por marchitez sureña, ya causa pérdidas económicas considerables, por la característica propia del patógeno (Mendoza y Pinto, 1985).

Es notable destacar que desde la FE1 a la FE3, las aplicaciones al cuello de la planta con estos tres paquetes de manejo, lograron que la enfermedad no tuviera un desarrollo adecuado, evitando la diseminación de la misma en toda la parcela experimental. En este caso, la aplicación en al menos cinco ocasiones de microorganismos benéficos, se muestra como una alternativa de manejo integrado y confiable para el productor, con la finalidad de disminuir el uso de moléculas

químicas y restaurar la población natural de hongos y bacterias benéficas en el suelo.

En el manejo convencional (el del productor), también se logró tener una severidad menor al 4.2 %, pero sólo en la FE1, y que se fue incrementando en las FE posteriores, lo cual se puede deber a que el productor sólo realizó máximo tres aplicaciones con fungicidas para el manejo de esta enfermedad.

En cuanto a la incidencia de la enfermedad, estos mismos tratamientos (productos patentados, genéricos y orgánico-biológico), fueron los mejores en la FE1 (3.33 %) en controlar al tizón sureño; y para las dos últimas fechas de evaluación sólo con los productos genéricos y orgánico-biológico se tuvo este mismo nivel de incidencia, mientras que el testigo absoluto siempre presentó una incidencia mayor al 30 %; la cual fue estadísticamente significativa, reflejándose sanitariamente; puesto que, al ser un patógeno que se desarrolla fácil y adecuadamente en el suelo y además de la producción de microesclerocios, facilita su fácil y rápida diseminación en el resto del cultivo (Romero, 1993).

Cuadro 8. Comparación de medias en tres fechas de evaluación para las variables severidad e incidencia del tizón sureño (*S. rolfsii*) en jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.

TRATAMIENTO	Fecha 1 (41 ddt)		Fecha 2 (48 ddt)		Fecha 3 (55 ddt)	
	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)
PATENTADOS	3.33 b ^z	0.83 b	6.66 ab	2.5 b	6.66 ab	5.83 b
GENÉRICOS	3.33 b	1.66 b	3.33 b	2.5 b	3.33 b	3.33 b
ORG.-BIOL.	3.33 b	0.83 b	3.33 b	2.5 b	3.33 b	3.33 b
PRODUCTOR	13.33 ab	4.16 b	13.33 ab	8.33 ab	13.33 ab	9.16 ab
TESTIGO	36.66 a	14.16 a	30 a	18.33 a	30.0 a	25.8 a
Media	12	4.33	11.33	6.83	11.33	9.5
DMSH	24.699	6.873	26.26	15.45	26.26	19.14

ORG-BIOL: orgánico-biológico; ddt: días después del trasplante; INC: incidencia; SEV: severidad; DMSH: diferencia mínima significativa honesta; ^z Medias con letras iguales dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.05$).

Al graficarse la severidad de la marchitez sureña (Figura 2), se observó que en la FE1 todos los tratamientos aplicados mostraron una severidad menor al 5 %, contra lo presentado por el testigo al tener una severidad mayor al 14 %; mientras que para la FE2 y FE3, a casi mes y medio y dos meses después del trasplante, respectivamente, los tratamientos con productos patentados, genéricos y orgánico-biológico tuvieron una severidad menor del 6 %, en comparación con el testigo, el cual resultó en una severidad mayor al 18 % para la FE2 y mayor al 25 % para la última fecha de evaluación.

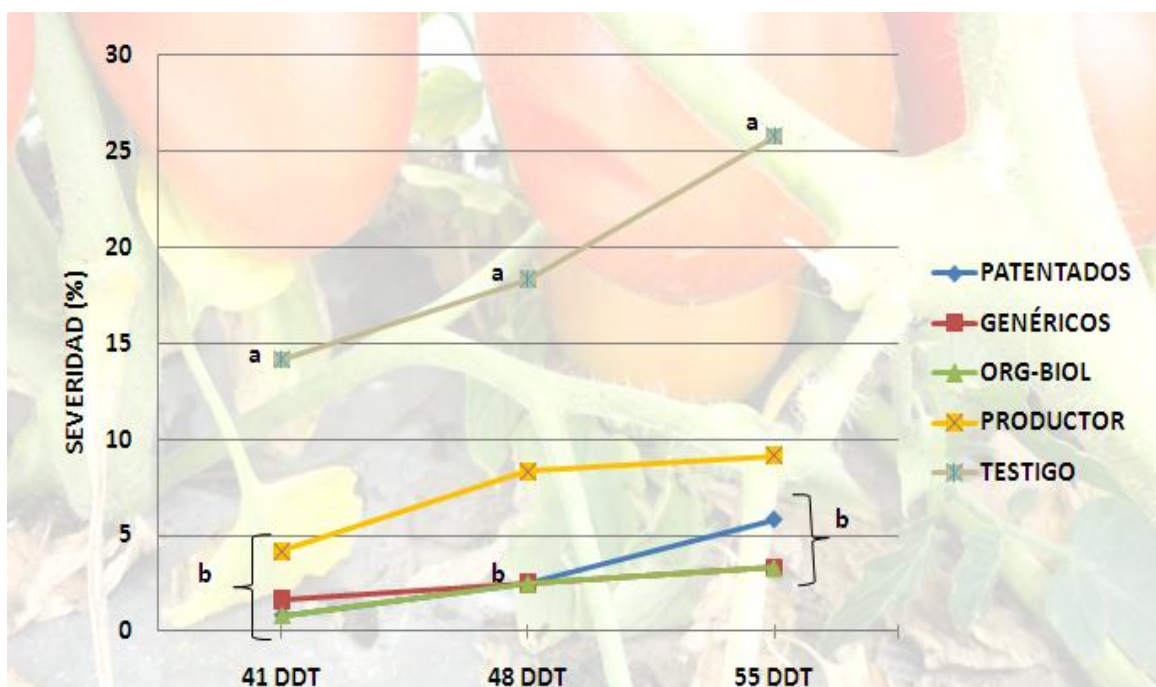


Figura 2. Severidad de la marchitez sureña (*S. rolfsii*) en un total de tres fechas de evaluación realizadas en jitomate var. Pony Express a campo abierto, después de cinco aplicaciones y tres por parte del productor, en Atlatlahucan, Morelos.

4.3 Análisis de varianza para enfermedades bacterianas

Las enfermedades bacterianas que se presentaron durante el ciclo del cultivo y que se diagnosticaron a nivel de campo fueron: mancha bacteriana causada por *Xanthomonas vesicatoria* y cáncer bacteriano por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

Para el caso de *X. vesicatoria*, se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para incidencia y severidad en la FE1, aproximadamente al mes y medio después del trasplante; no así para la FE2 a la FE5 (Cuadro 5A).

En lo que respecta al cáncer bacteriano, después de tres fechas de evaluación realizadas, se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para la variable severidad en la FE2, aproximadamente a los dos meses después del trasplante; y para incidencia en la FE3, alrededor de los tres meses después del trasplante, como se puede apreciar en el cuadro (Cuadro 6A).

Estas diferencias encontrados para severidad en la FE2, se pueden deber a que, esta enfermedad puede permanecer latente en las primeras etapas del cultivo para presentarse mostrando síntomas en la etapa de floración, como ocurrió en este experimento. Por otro lado, las diferencias encontradas para incidencia sólo en la FE3, se pueden atribuir a que el cáncer bacteriano se puede diseminar y presentarse después de la floración, siendo en estas condiciones muy difícil o porque no decirlo hasta imposible su control (Rodríguez, 2010).

4.4 Comparación de medias para enfermedades bacterianas

4.4.1 Mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*)

La prueba de comparación de medias para *X. vesicatoria* (Cuadro 9), muestran en la FE1 (al mes y medio después del trasplante, aproximadamente), que el tratamiento orgánico-biológico (O-B) a base de aspersiones foliares, fue el que permitió la menor incidencia y severidad (16.6 % y 3.3 %, respectivamente), superando a los tratamientos con productos cúpricos y antibióticos a base de kasugamicina, estreptomina y oxitetraciclina, tanto genéricos como de patente, a los que probablemente el patógeno ya ha creado una cierta resistencia (Rodríguez, 2010), por la aplicación continua que se realiza ciclo con ciclo y en especial en esta zona agrícola.

Los resultados anteriores se comparan con el testigo, quien resultó en un 50 % y 10 % de incidencia y severidad, respectivamente; y donde el tratamiento O-B fue la mejor alternativa dentro de un manejo integrado de la mancha bacteriana en una etapa inicial, el cual incluyó el empleo de extractos vegetales, de algas marinas, sales cuaternarias de amonio, aminoácidos, bacterias benéficas, entre otros.

Cuadro 9. Comparación de medias en cinco fechas de evaluación para la severidad e incidencia de la mancha bacteriana (*X. vesicatoria*) en jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.

TRATAMIENTO	Fecha 1		Fecha 2		Fecha 3		Fecha 4		Fecha 5	
	(41 ddt)		(48 ddt)		(55 ddt)		(68 ddt)		(82 ddt)	
	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)
PATENTADOS	26.66 ab ^z	5.33 ab	63.33 a	14.66 a	90.0 a	21.0 a	83.33 a	16.66 a	83.33 a	17.33 a
GENÉRICOS	30.0 ab	6.66 ab	46.67 a	10.0 a	90.0 a	22.66 a	86.66 a	17.33 a	83.33 a	20.0 a
ORG.-BIOL.	16.66 b	3.33 b	40.0 a	11.33 a	86.66 a	20.66 a	90.0 a	19.33 a	80.0 a	23.66 a
PRODUCTOR	43.33 ab	8.66 ab	23.33 a	7.33 a	86.66 a	18.66 a	73.33 a	16.0 a	83.33 a	18.66 a
TESTIGO	50.0 a	10.0 a	70.0 a	18.0 a	90.0 a	22.0 a	83.33 a	20.0 a	86.66 a	22.0 a
Media	33.33	6.8	48.66	12.26	88.66	21	83.33	17.86	83.33	18.93
DMSH	31.95	6.635	64.83	16.86	23.6	12.39	28.44	8.8	34.16	10.3

ORG-BIOL: orgánico-biológico; ddt: días después del trasplante; INC: incidencia; SEV: severidad; DMSH: diferencia mínima significativa honesta; ^z Medias con letras iguales dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.05$).

Lo anterior se puede apreciar gráficamente en la Figura 3, en donde al graficar la severidad de la mancha bacteriana, se observó que el tratamiento orgánico-biológico resultó en una menor severidad de la enfermedad (3.33 %), contrario a lo presentado en el testigo quien presentó una severidad del 10 % en la primera fecha de evaluación, donde se observaron las diferencias estadísticas.

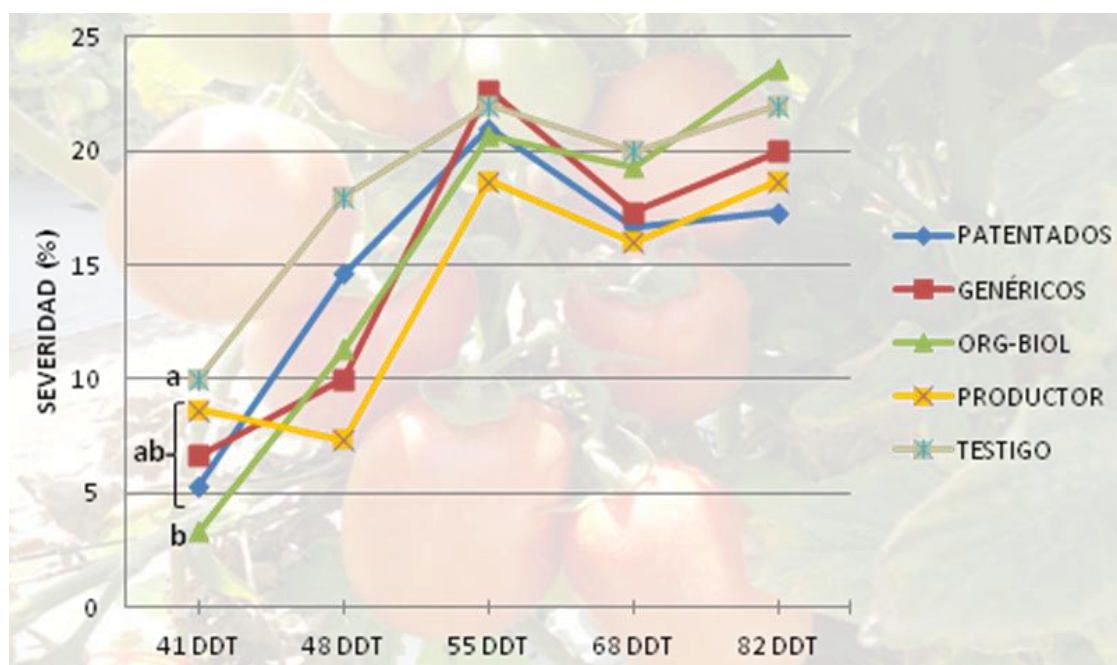


Figura 3. Severidad de la mancha bacteriana (*X. vesicatoria*) durante cinco fechas de evaluación en jitomate var. Pony Express a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.

Aún cuando en la FE3 no se observaron estadísticamente diferencias significativas (Cuadro 9); fue en esta fecha en donde, independientemente de los tratamientos, se presentaron los niveles máximos de incidencia y severidad de la mancha bacteriana (mayor al 86 % y 18.6 %, respectivamente), debido en parte a la ocurrencia con anterioridad de granizadas frecuentes, dañando principalmente las hojas basales y de la parte media inferior. Sin embargo, aunque no se observaron diferencias estadísticas bajo estas condiciones, el tratamiento realizado por el productor presentó una severidad menor (18.6 %), atribuido a que el productor pudo realizar aplicaciones inmediatas a la caída de granizo.

Desafortunadamente, mediante la poda de hojas enfermas tanto basales como de la parte media superior, que se hizo para el caso del tizón temprano a casi dos meses después del trasplante, también fueron eliminadas las hojas afectadas por la mancha bacteriana; por lo que para las siguientes FE4 y FE5, se eligieron hojas nuevas ya con presencia de síntomas para realizar las dos últimas evaluaciones, observándose en la FE4 una disminución en la severidad, y luego un incremento para la FE5 mayor al 17 % en todos los tratamientos, siendo en el tratamiento con productos orgánico-biológico en donde la severidad resultó hasta en un 23.6 %, incluso ligeramente superior al testigo quien resultó en un 22 % de severidad (Figura 3).

Para el caso de la variable incidencia en la FE1, se observó que la enfermedad en el testigo fue en un nivel de casi cuatro veces más incidente (50 %), con respecto al mejor tratamiento que fue el manejo orgánico-biológico (16.6 %); lo cual demuestra que *X. vesicatoria*, al igual que otras enfermedades bacterianas, se puede diseminar y causar infección rápidamente, mientras no se lleve a cabo algún tipo de manejo de la enfermedad (Sánchez, 1998).

4.4.2 Cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)

Por otra parte, la prueba de comparación de medias para el cáncer bacteriano (Cuadro 7A), muestra que la incidencia en la FE3, a casi tres meses después del trasplante, en plena etapa de producción, resultó menor en los tratamientos con patentados y genéricos (86.6 %); sin embargo, este nivel de incidencia no es deseable en el cultivo, ya que, al ser un patógeno sistémico tiene la capacidad de diseminarse e infectar más rápido (Cepeda, 2009). De igual manera, en estas condiciones y con base a este comportamiento de la enfermedad, se corrobora que esta bacteria se manifiesta de manera más agresiva en la etapa reproductiva, permaneciendo latente desde la semilla hasta inicios de floración (Rodríguez, 2010).

Las diferencias estadísticas encontradas en la incidencia para la FE3, indican que los tratamientos con productos genéricos y patentados que se realizaron anteriores a esta fecha, sólo inhibieron en cierto grado por escaso tiempo de tres meses, la presencia e infección del patógeno.

En cuanto a la severidad del cáncer bacteriano, de acuerdo a las diferencias encontradas en la FE2, se observó que los productos patentados permitieron una menor severidad de la enfermedad (13.3 %), siendo mejor que el testigo (20 % de severidad).

Estos resultados encontrados a los 68 ddt, permiten observar que el manejo del cáncer bacteriano debe ser preventivo, realizandose aplicaciones con antibióticos a intervalos de 5 a 6 días, intercaladas con aplicaciones a base de cobre, al no existir un control químico efectivo contra este patógeno; permitiéndole esto último, incrementar su grado de infección, si no se lleva a cabo un manejo preventivo de la enfermedad, como se puede observar en los niveles de severidad encontrados en la FE3 (Figura 4; Cuadro 7A).

El comportamiento anterior de la severidad del cáncer bacteriano en la FE2, se aprecia en la figura 4, en donde los productos patentados permitieron una menor severidad, en relación al tratamiento orgánico-biológico y al testigo (20 % en ambos); lo cual refleja lo difícil que es el tratamiento curativo de las bacterias gram positivas (Rodríguez, 2010); tomando en cuenta que la mayoría de los productos a base de extractos vegetales y de algas marinas, así como sales cuaternarias de amonio y microorganismos benéficos, actúan por contacto.

Aún cuando no se observaron diferencias significativas en la FE3 (Figura 4), los niveles de severidad presentados en esta fecha, no son deseables en ningún sistema de producción, especialmente en condiciones de invernadero, ya que al ser una enfermedad sistémica y más en esta etapa fenológica, puede ocasionar la

pérdida total de la producción, además de poder sobrevivir después de finalizado el ciclo del cultivo (Tlapal, 2008).

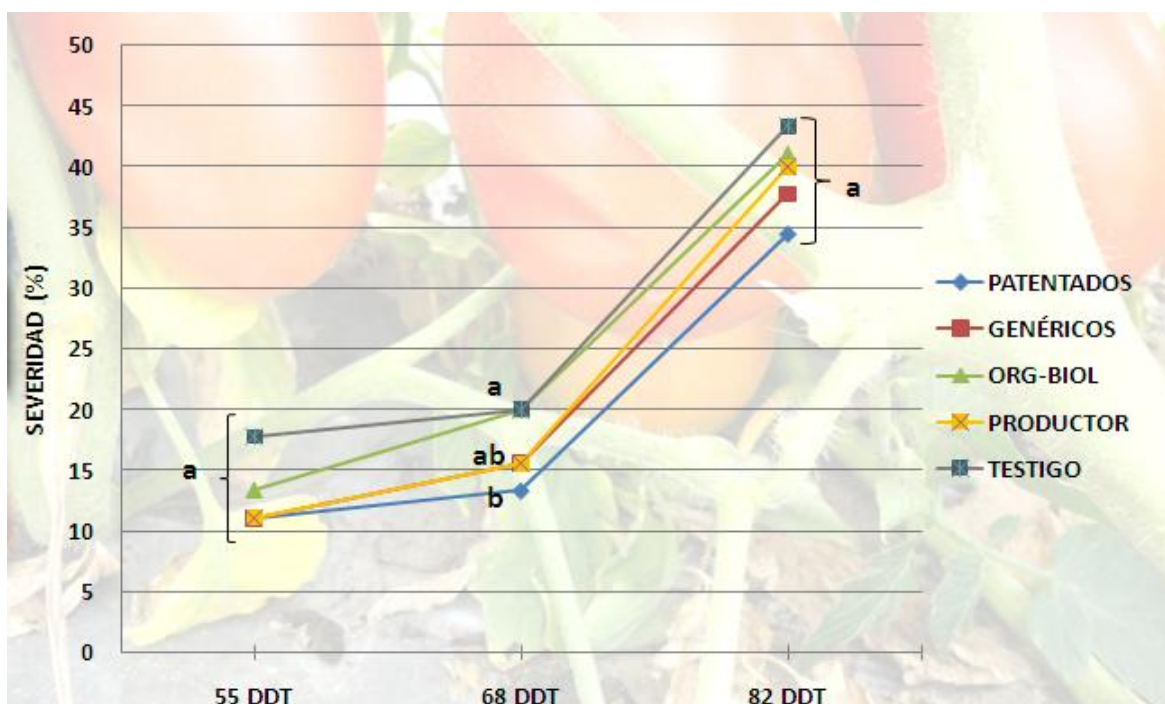


Figura 4. Severidad del cáncer bacteriano (*C. michiganensis* subsp. *michiganensis*) durante tres fechas de evaluación en jitomate var. Pony Express a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.

4.5 Eficacia de los diferentes paquetes de manejo en el rendimiento final de jitomate, en base al análisis de varianza y prueba de comparación de medias.

En lo que respecta al rendimiento final de jitomate, al cabo de tres cortes semanales, sí se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) para los diferentes tratamientos fitosanitarios evaluados (Cuadro 8A).

Con base a la prueba de comparación de medias (Cuadro 10), se observó que para los cuatro paquetes de manejo fitosanitario no hubo diferencias en el rendimiento después de tres cortes semanales, siendo éste, mayor a 146 toneladas por hectárea, con una ligera superioridad para el tratamiento con productos patentados sobre el tratamiento con productos genéricos.

Cuadro 10. Comparación de medias para rendimiento final de jitomate var. Pony Express en condiciones de campo abierto bajo diferentes paquetes de manejo en Atlatlahucan, Morelos.

TRATAMIENTO	REN	
	(kg/planta)	(ton·ha ⁻¹)
PATENTADOS	6.974 a	160.4 a
GENÉRICOS	6.856 a	157.7 a
ORG.-BIOL.	6.356 a	146.2 a
PRODUCTOR	6.844 a	157.4 a
TESTIGO	4.805 b	110.5 b
Media	6.36	142.3
DMSH	1.46	

ORG-BIOL: orgánico-biológico; REN: rendimiento; DMSH: diferencia mínima significativa honesta; ^z Medias con letras iguales dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.05$).

No obstante, para cualquiera de los cuatro tratamientos evaluados, los rendimientos producidos fueron superiores al obtenido en el testigo que fue de 110.5 toneladas por hectárea, como se aprecia también de manera gráfica en la figura 5.

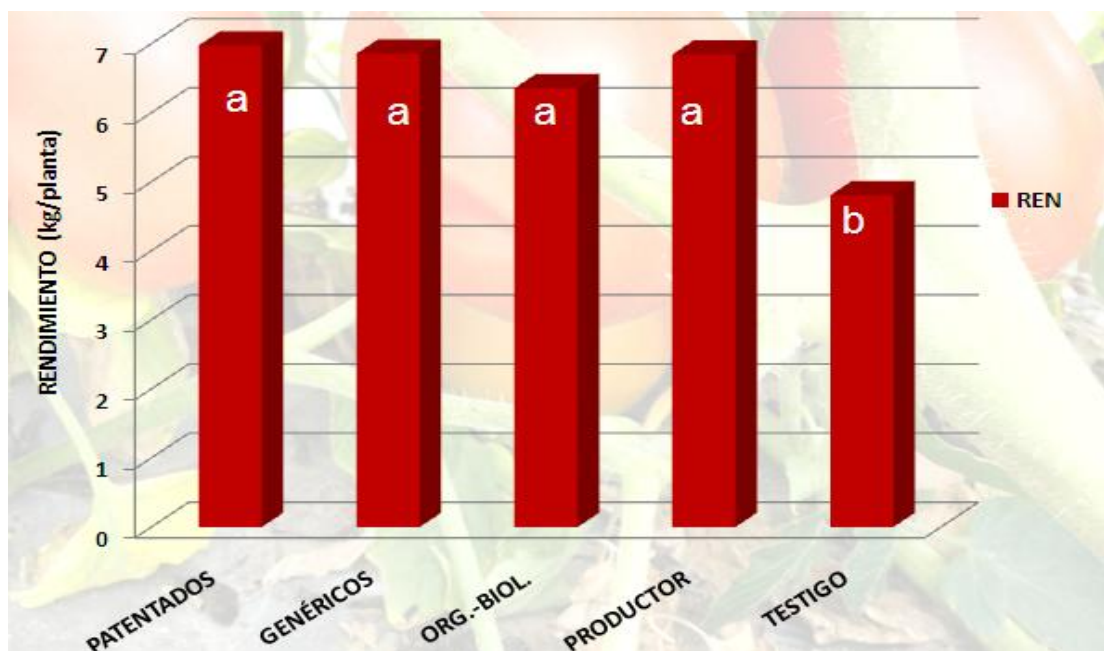


Figura 5. Comparación de medias del rendimiento de jitomate var. Pony Express en condiciones de campo abierto bajo diferentes paquetes de manejo fitosanitario.

Con base a estos resultados, se puede recomendar para la producción de jitomate en condiciones de campo abierto y de temporal, como las presentadas en este experimento y para esta región productora, el empleo de cualquiera de estos paquetes de manejo, ya sea de un solo origen o en combinación, tomando en cuenta una adecuada nutrición basada previamente en un análisis de suelo y del historial de fertilización del terreno, y sobre todo considerar la relación costo/beneficio por la implementación de cualquiera de estos paquetes de manejo.

V. CONCLUSIONES

De las cuatro enfermedades fungosas que se presentaron y para estas condiciones de producción, el tizón temprano causado por *Alternaria solani* fue la más incidente y severa; mientras que de las dos enfermedades bacterianas evaluadas, el cáncer bacteriano causado por *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* fue la más importante.

El control de enfermedades fungosas aéreas como tizones, en una etapa infectiva inicial, fue más efectivo al emplear fungicidas patentados y genéricos aplicados preventivamente.

El mejor efecto de control, para el caso de enfermedades bacterianas como la mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*), se obtuvo al realizar aplicaciones foliares con productos orgánico-biológicos, de manera preventiva y en una etapa infectiva inicial de la enfermedad; así como el manejo convencional llevado a cabo por el productor de una manera preventiva e inmediata a la presencia de granizo.

El manejo convencional realizado por el productor evidenció que se tiene una cierta efectividad en el manejo de enfermedades foliares como tizón temprano y sistémicas como el cáncer bacteriano, al emplear productos patentados; no así para las enfermedades sistémicas del suelo como *S. rolfsii*; para el cual es necesario realizar al menos 3 aplicaciones en los primeros dos meses después del trasplante.

El empleo de productos patentados, genéricos, orgánico-biológico o en combinación mediante un manejo convencional, y bajo estas condiciones de producción, no afecta estadísticamente el rendimiento de jitomate.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Acosta R. M. 2011. Apuntes del curso de Hongos Fitopatógenos. Sesión Otoño. Maestría en Protección Vegetal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.

Agrios G. N. 2010. Fitopatología. 2da. Edición. Ed. Limusa. México. 856 p.

Anaya R. S.; Bautista N. M.; Domínguez B. R. 1992. Manejo fitosanitario de las hortalizas en México. Centro de Entomología y Acarología de Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 238 p.

Aycock, R. 1961. Summation of Symposium on *Sclerotium rolfsii*. Phytopath 51: 107-108.

Aycock, R. 1966. Stem rot and other diseases caused by *Sclerotium rolfsii* or the status of Rolf's fungus after 70 years. North Carolina Agricultural Experiment Station Technical Bulletin No. 174. 202 p.

Baker, R.; Cook, R. 1974. Biological control of plant pathogens. San Francisco USA, W. H. Freeman, 433 p.

Blancard D. 1992. Enfermedades del tomate. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 211p.

Blancard D. 2000. Enfermedades del tomate, observar, identificar, luchar. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 212 p.

Cardoso J.; E. Echandi. 1987. Biological control of *Rhizoctonia* root rot of snap bean with binucleate *Rhizoctonia*-like fungi. Plant Dis.71:167-170.

Carrillo F. J.; Sánchez B. L.; García E. R.; Allende M. R.; Márquez Z. I. 2001. Razas de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) presentes en el estado de Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 19 (2):248-250

Carrillo R., A. 2004. Tendencias históricas de la producción de jitomate en México y Sinaloa. Méx. D. F. Inédito

Cayrol, J. C. 1989. Study of the nematocidal properties of the cultura filtrate of the nematophagous fungus *Paecilomyces lilacinus*. *Revue de Nematologie*. 2(4):331-336.

Cepeda S. M. 1983. Revisión bibliográfica de nematodos asociados al cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L. Boletín núm. 13. Saltillo, Coahuila. México. 26 p.

Cepeda S. M. 1996. Nematología agrícola. Ed. Trillas. México. 305 p.

Cepeda S. M. 2009. El tomate rojo: cultivo y control parasitológico. Ed. Trillas. México. 222 p.

Cid del Prado V. I.; Cristóbal A. J. 2001. Estudios de efectividad biológica con nematicidas. En: Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas. BAUTISTA M. N.; DIAZ G. O. Ed. Grupo Editorial Sagitario. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. pp. 99-105.

CLLA. 2006. Una mirada a la propiedad intelectual de agroquímicos desde la perspectiva Latinoamericana. <http://www.croplifelatinamerica.org> (Consultado enero 2012).

Díaz P. C; Castro J. 1977. Estudios sobre el control biológico de *Sclerotium rolfsii*. *Agronomía Tropical* 27(5):539-547.

Eisenback, J.; Hirschmann, H.; Sasser, J.; Triantaphyllou, A. 1983. Guía para la identificación de las cuatro especies más comunes del nematodo agallador (*Meloidogyne* especies), con una clave pictórica. Traducida del Ingles por Carlos Sosa-Moss. INTERNATIONAL MELOIDOGYNE PROYECT. Raleigh, North Carolina, USA. 48 p.

EPPO. 2010. Data sheets on quarantines pest. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. EPPO A2 List. No. 50.

Fanelli, V.; Cariddi, C. and Finetti-Sialer, M. 2007. Selective detection of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* using dot blot hibridization and real time PCR. Plant Pathology 56:683-691.

García M. E. 1982. Modificación al sistema de clasificación climático de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 252 p.

García R.; García A.; Garnica C. 2002. Distribución, incidencia y alternativas de control de *Rhizoctonia solani* en el cultivo de papa en el estado Mérida, Venezuela. Revista Latinoamericana de la Papa 13:24-40.

Garren, K. H. 1961. Control of *Sclerotium rolfsii* through cultural practices. Phytopathology 5:120-124.

Guerrero P. V. 2009. Control biológico de enfermedades con microorganismos. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Unidad Cuauhtémoc, Chih. 4 p.

Hernández R. I.; García H. E.; Tarango A. L.; García R. J. 2003. Estudio de la trayectoria y prospectiva de los mercados de tomate. Fundación Produce S.L.P.- Colegio de Posgraduados. San Luis Potosí. 46 p.

ITESO. 2006. El mercado farmacéutico en México, patentes, similares y genéricos. http://www.mktglobal.iteso.mx/index.php?option=com_content&view (Consultado febrero 2012).

Jarvis, W. R. 1977. *Botryotinia* and *Botrytis* Species: Taxonomy, Physiology and Pathogenicity. Monograph 15. Canada Department of Agriculture. Ottawa, Ontario. 195 p.

Harrison, M. D. 1978. The Rhizoctonia disease of potatoes: importance and Control. *In*: Report of the planning conference on the control of important fungal diseases of potatoes. CIP. Lima, Perú. pp 129-150.

Kishore, G. K.; Pande, S.; Rao, J. N.; Podile, A. R. 2005. *Pseudomonas aeruginosa* inhibits the plant cell wall degrading enzymes of *Sclerotium rolfsii* and reduces the severity of groundnut stem rot. European Journal of Plant Pathology 113:315-320.

Kozik, E. y Sobiczewsky, P. 2000. Response of tomato genotypes to bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*). Acta Physiologiae Plantarum 22:243-246.

Leach, L. D.; Davey, A. E. 1942. Reducing southern sclerotium rot of sugar beets with nitrogenous fertilizers. Journal of Agricultural Research 64:1-18.

Marbán M. N.; Ávila H. J. 2004. Anti-nematode evaluations on *Meloidogyne incognita* associated with vineyards at Hermosillo, Sonora, México. *In*: XXXVI Annual Meeting Organization of Nematologists of Tropical America. Puerto Vallarta, Jalisco. México. 30 p.

Martínez V. C.; Gómez A. S. 2007. Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. Rev. Int. Contam. Ambient. 23(4).

Mendoza Z. C. 1996. Enfermedades fungosas de las hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 85 p.

Mendoza Z. C. 1999. Diagnóstico de enfermedades fungosas. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 168 p.

Mendoza Z. C.; Pinto, P. 1985. Principios de Fitopatología y Enfermedades Causadas por Hongos, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 98 p.

Montes B. R. 1988. Nematología vegetal en México. Investigación documental. México, D.F. pp. 17-18.

Nieto A. D.; Acosta R. M.; Valencia A. M.; Mena N. G. 2001. Estudios de efectividad biológica con fungicidas. *In*: Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas. BAUTISTA M. N.; DIAZ G. O. Ed. Grupo Editorial Sagitario. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. pp. 106-129.

Norris, R. F.; Caswell-Chen, E. P. and Kogan, M. 2003. Concepts in Integrated Pest Management. Pearson Education Inc. New Jersey, USA. 523 p.

Nuez F.; Ortega G.; Acosta J. R. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 586 p.

Perea S. J. M.; García E. R. S.; Allende M. R.; Carrillo F. J. A.; León F. J.; Valdéz T. B.; López S. F. S. 2008. Identificación de Razas y Biovares de *Ralstonia solanacearum* aisladas de plantas de tomate. Revista Mexicana de Fitopatología 29(2):98-108.

Porter, D. M.; Powell, N. T. 1967. Influence of certain *Meloidogyne* species in *Fusarium* wilt development in flue cured tobacco. *Phytopathology* 57:282-285.

Punja, Z. K. 1985. The biology, ecology and control of *Sclerotium rolfsii*. *Annual Review of Phytopathology* 23: 97-127.

Ramírez V. J.; Sainz R. R. A. 2006. Manejo integrado de las enfermedades del tomate. Ed. Once ríos Editores. 1ª Ed. Culiacán, Sinaloa. México. 360 p.

Remesal E.; Lucena C.; Azpilicueta A.; Landa B. B.; Navas-Cortes J. A. 2010. First report of Southern blight of pepper caused by *Sclerotium rolfsii* in Southern Spain. *Plant disease* 94: 280.

Remesal G. E. 2011. Diversidad genética y patogénica de *Sclerotium rolfsii* Sacc. como factor determinante de epidemias de podredumbres de raíces. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba, España. 199 p.

Rodríguez M. M. 2010. Enfermedades bacterianas en hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 305 p.

Romero C. S. 1993. Hongos fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de patronato universitario. Chapingo. Estado de México. 347 p.

Romero-Ávila C. 1999. Control de la Podredumbre blanca de la remolacha mediante solarización e incorporación al suelo de residuos de cosecha. Proyecto Profesional Fin de Carrera, ETSIAM, Universidad de Córdoba. Córdoba, España.

Romero A. M. 2007. Manejo integrado de enfermedades bacterianas en cultivos extensivos. Universidad Nacional de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Agrarias (FAUBA). Buenos aires, Argentina. pp. 1 - 9.

SAGARPA-SEDAGRO. 2009. Fundación Produce Morelos. Cierre preliminar 2009 de producción de tomate rojo en el estado de Morelos.
<http://www.morelos.gob.mx/portal/index.php/morelos> (consultado marzo 2012).

SAGARPA. 2005. Situación actual de la producción de jitomate a nivel nacional.
<http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/jitomate/agricultura/index>.(Consultado enero 2012).

SAGARPA. 2009. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Volumen 1. Centro de Estadística Agropecuaria. México, D.F. pp. 598-617.

Sánchez C. M. 1998. Manejo de enfermedades del tomate. In: Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa. Fundación Produce-Veracruz. 39 p.

SEDAGRO. 2006. Cierre preliminar 2006 de producción de tomate rojo en el estado de Morelos.
<http://www.morelos.gob.mx/portal/index.php/morelos/141/1839-estadisticas-cuernavaca> (Consultado en marzo 2011).

Serra C. A. 2006. Manejo Integrado de Plagas de Cultivos -Estado Actual y Perspectivas para la República Dominicana. Santo Domingo (República Dominicana). CEDAF. pp.148.

SIAP-SAGARPA. 2011. Producción agrícola anual por cultivo, superficie y producción. <http://www.sagarpa.gob.mx/siap/estadisticas.htm>. (Consultado marzo 2012).

Singh, R. K.; Shukla, R. P.; Dwivedi, R. S. 1990. Effects of solar treatment on germination of sclerotia (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) and on other soil mycoflora. Biology and Fertility of Soils 10:152-154.

Singh, A.; Mehta, S.; Singh, H. B.; Nautiyal, C. S. 2003. Biocontrol of collar rot disease of betelvine (*Piper betle* L.) caused by *Sclerotium rolfsii* by using rhizosphere-competent *Pseudomonas fluorescens* NBRI-N6 and *P. fluorescens* NBRI-N. Current Microbiology 47:153-158.

SMN. 2012. Normales climatológicas por estación
<http://smn.cna.gob.mx/productos/map-lluv/hmproduc.html>. (Consultado enero de 2012).

Tlapal B. B. 2008. Enfermedades fungosas y bacterianas en el cultivo del tomate (*Solanum esculentum*). In: Jitomate, tecnología para su producción en invernadero. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo de México, México. pp. 65-94.

Velasco H. E.; Nieto, A. R. 2005. Cultivo de jitomate en hidroponía e invernadero. Universidad Autónoma Chapingo. Depto. de Fitotecnia. Chapingo, Edo. de México. 63 p.

West, E. 1961. *Sclerotium rolfsii*. History and taxonomy. Phytopath. 51: 108-109.

Zaccardelli, M.; Spasiano, A.; Bazzi, C. and Merighi, M. 2005. Identification and in planta detection of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* using PCR amplification of hrpZPst. European Journal of Plant Pathology 111:85-90

ANEXO

Cuadro 1A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para “Damping off” (*Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* sp.) en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.

FV	Fecha 1		Fecha 2		Fecha 3	
	(10 ddt)		(17 ddt)		(24 ddt)	
	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)
Trat	23.33	12.6	93.33	16.5	26.66	22.254
Error	23.33	11.478	43.33	14.06	46.66	26.458
CV (%)	181.14	180.85	141.06	169.97	128.08	161.07
Media	2.66	1.873	4.66	2.2	5.33	3.193

FV: fuente de variación; Trat: Tratamiento; CV: coeficiente de variación; ddt: días después del trasplante; INC: incidencia; SEV: severidad. ** Altamente significativo $p \leq 0.01$; *, Significativo con $p \leq 0.05$.

Cuadro 2A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para tizón tardío (*P. infestans*) en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.

FV	Fecha 1		Fecha 2		Fecha 3	
	(55 ddt)		(68 ddt)		(82 ddt)	
	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)
Trat	56.66	1.51	56.66	1.6	10	0.256
Error	26.66	0.694	26.66	0.912	40	1.024
CV (%)	86.06	86.17	86.06	111.08	135.52	135.52
Media	6	0.96	6	0.86	4.66	0.74

FV: fuente de variación; Trat: Tratamiento; CV: coeficiente de variación; ddt: días después del trasplante; INC: incidencia; SEV: severidad. ** Altamente significativo $p \leq 0.01$; *, Significativo con $p \leq 0.05$.

Cuadro 3A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para tizón temprano (*A. solani*) en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.

FV	Fecha 1		Fecha 2		Fecha 3		Fecha 4		Fecha 5		Fecha 6	
	(34 ddt)		(41 ddt)		(48 ddt)		(55 ddt)		(68 ddt)		(82 ddt)	
	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)
Trat	616.66**	15.826**	1393.33*	34.585*	223.33	78.752	10	4.707	133.33	5.57	343.33*	11.332**
Error	56.66	1.414	298.33	8.133	113.33	24.461	70	16.004	193.33	6.769	63.33	1.426
CV (%)	32.26	31.4	55.12	54.91	12.67	21.02	9.43	23.45	46.34	47.94	31.41	27.86
Media	23.33	3.786	31.33	5.193	84	23.52	88.66	17.05	30	5.42	25.33	4.28

FV: fuente de variación; Trat: Tratamiento; CV: coeficiente de variación; ddt: días después del trasplante; INC: incidencia; SEV: severidad. ** Altamente significativo $p \leq 0.01$; *, Significativo con $p \leq 0.05$.

Cuadro 4A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para tizón sureño (*S. rolfsii*) en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.

FV	Fecha 1		Fecha 2		Fecha 3	
	(41 ddt)		(48 ddt)		(55 ddt)	
	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)
Trat	626.66 **	96.25 **	376.66 *	143.125 *	376.66 *	267.29 **
Error	76.66	5.937	86.66	30	86.66	46.04
CV (%)	72.96	56.23	82.14	80.15	82.14	71.42
Media	12	4.33	11.33	6.83	11.33	9.5

FV: fuente de variación; Trat: Tratamiento; CV: coeficiente de variación; ddt: días después del trasplante; INC: incidencia; SEV: severidad. ** Altamente significativo $p \leq 0.01$; *, Significativo con $p \leq 0.05$.

Cuadro 5A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para la mancha bacteriana (*X. vesicatoria*) en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.

FV	Fecha 1 (41 ddt)		Fecha 2 (48 ddt)		Fecha 3 (55 ddt)		Fecha 4 (68 ddt)		Fecha 5 (82 ddt)	
	INC	SEV	INC	SEV	INC	SEV	INC	SEV	INC	SEV
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Trat	533.33 *	20.93 *	1043.33	51.73	10	7	116.66	8.93	16.66	13.73
Error	128.33	5.53	528.33	35.73	70	19.3	101.66	9.73	146.66	13.33
CV (%)	33.98	34.59	47.23	48.73	9.43	20.91	12.09	17.46	14.53	19.28
Media	33.33	6.8	48.66	12.26	88.66	21	83.33	17.86	83.33	18.93

FV: fuente de variación; Trat: Tratamiento; CV: coeficiente de variación; ddt: días después del trasplante; INC: incidencia; SEV: severidad. ** Altamente significativo $p \leq 0.01$; *, Significativo con $p \leq 0.05$.

Cuadro 6A. Análisis de varianza y nivel de significancia estadística para *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.

FV	Fecha 1 (55 ddt)		Fecha 2 (68 ddt)		Fecha 3 (82 ddt)	
	INC	SEV	INC	SEV	INC	SEV
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Trat	226.66	25.437	40	26.934*	110.0*	34.522
Error	246.66	27.682	160	4.489	20	13.301
CV (%)	40.61	40.93	24.96	12.55	4.86	9.28
Media	38.66	12.85	50.66	16.87	92	39.29

FV: fuente de variación; Trat: Tratamiento; CV: coeficiente de variación; ddt: días después del trasplante; INC: incidencia; SEV: severidad. ** Altamente significativo $p \leq 0.01$; *, Significativo con $p \leq 0.05$.

Cuadro 7A. Comparación de medias en tres fechas de evaluación para las variables de severidad e incidencia del cáncer bacteriano (*C. michiganensis* subsp. *michiganensis*) en jitomate a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos.

TRATAMIENTO	Fecha 1		Fecha 2		Fecha 3	
	(55 ddt)		(68 ddt)		(82 ddt)	
	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)	INC (%)	SEV (%)
PATENTADOS	33.33 a	11.06 a	46.67 a	13.3 b	86.66 b	34.4 a
GENÉRICOS	33.33 a	11.06 a	46.67 a	15.533 ab	86.66 b	37.73 a
ORG.-BIOL.	40.0 a	13.3 a	53.33 a	20.0 a	96.66 ab	41.06 a
PRODUCTOR	33.33 a	11.06 a	53.33 a	15.533 ab	90.0 ab	39.96 a
TESTIGO	53.33 a	17.76 a	53.33 a	20.0 a	100.0 a	43.3 a
Media	38.66	12.85	50.66	16.87	92	39.29
DMSH	44.3	14.84	35.68	5.97	12.61	10.28

ORG-BIOL: orgánico-biológico; ddt: días después del trasplante; INC: incidencia; SEV: severidad; DMSH: diferencia mínima significativa honesta; ^z Medias con letras iguales dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha \leq 0.05$).

Cuadro 8A. Cuadrados medios y nivel de significancia para rendimiento en el experimento de jitomate a campo abierto. Atlatlahucan, Morelos, 2011.

FV	REN (kg/planta)
Tratamiento	2.456**
Error	0.27
CV (%)	8.17
Media	6.36

FV: fuente de variación; CV: coeficiente de variación; REN: rendimiento; ** Altamente significativo $p \leq 0.01$; *, Significativo con $p \leq 0.05$

Cuadro 9A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección de tizón temprano (*Alternaria solani*) en el cultivo de jitomate en Atlatlahucan, Morelos. Adaptado de Mendoza y Ponce, 1998.

índice	% de área foliar dañada
0	Sin infección foliar
1	De 0.1 a 1 % de área foliar dañada
2	De 1.1 a 12.5% de área foliar dañada
3	De 12.6 a 25 % de área foliar dañada
4	De 25.1 a 50% de área foliar dañada
5	De 50.1 a 75 % de área foliar dañada
6	De 75.1 a 100 % de área foliar dañada

Cuadro 10A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección por tizón sureño (*S. rolfsii*) en el cultivo de jitomate. Tomada de Sandoval, 1986.

índice	% de planta dañada
0	Planta sana
1	Planta con lesiones menores de 0.5 cm
2	Planta con lesiones de hasta 5 cm
3	Planta con lesiones mayores de 5 cm y menores de 10 cm
4	Planta con lesiones de más de 10 cm
5	Planta muerta

Cuadro 11A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) Mont de Bary) en el cultivo de jitomate. Tomada de Sandoval, 1986.

índice	% de área foliar dañada
0	Sin infección foliar
1	Hasta 3.25 % de área foliar dañada (AFD)
2	Hasta 6.25 % de AFD
3	Hasta 12.5 de AFD
4	Hasta 25 % de AFD
5	Hasta 50 % de AFD
6	Más del 50 % del AFD

Cuadro 12A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección del complejo “damping off” (*R. solani*, *Phytophthora* sp., *Pythium* sp., *F. oxysporum*) en el cultivo de jitomate en la localidad de Santa Inés, Atlatlahucan, Mor. Tomada de Ruiz-Tapia, 1999.

índice	Descripción
0	Raíz e hipocotilo sano
1	Menos del 2 % de la superficie de la raíz dañada (SRD)
2	
3	Del 3 al 10% de la SRD
4	Del 11 al 25 % de la SRD
5	Del 26 al 50 % de la SRD
6	Más del 50 % de la SRD
6	Planta muerta

Cuadro 13A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección de la macha bacteriana (*X. vesicatoria*) y peca bacteriana (*P. syringae*) en el cultivo de jitomate, en Cuautla, Morelos.

índice	% de área foliar dañada
0	Hoja sin daño
1	Hasta 6.25 % de área foliar dañada (AFD)
2	
3	Hasta 12.5 % de AFD
4	Hasta 25 % de AFD
5	Hasta 50 % de AFD
5	Más del 50 % de AFD

Cuadro 14A. Escala visual propuesta para evaluar el grado de infección del cáncer bacteriano (*C. michiganensis* subsp. *michiganensis*) en el cultivo de jitomate, en Cuautla, Morelos. Tomado de Winstead y Kelman (1952).

índice	Síntoma
1	Planta sin síntomas
2	1 hoja marchita
3	2 a 3 hojas marchitas
4	Más de 4 hojas muertas
5	Toda la planta marchita